EDUARDO GIOVANNETTI PEREIRA DOS ANJOS

A EVOLUÇÃO DA ELETRÔNICA EMBARCADA NA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA BRASILEIRA

SÃO CAETANO DO SUL

2011

EDUARDO GIOVANNETTI PEREIRA DOS ANJOS

A EVOLUÇÃO DA ELETRÔNICA EMBARCADA NA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA BRASILEIRA

Monografia apresentada ao curso de Pós Graduação em Engenharia de Processos Industriais – ênfase em Engenharia Automotiva, da Escola de Engenharia Mauá do Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia, para obtenção do título de Especialista.

Orientador: Prof. Dr. Wanderlei Marinho da Silva

SÃO CAETANO DO SUL

2011

ANJOS, Eduardo Giovannetti Pereira dos.
A evolução da eletrônica embarcada na indústria automobilística brasileira.
Eduardo Giovannetti Pereira dos Anjos – São Caetano do Sul, SP: CEUN-EEM, 2011.
126 p.

Monografia (Especialização) — Engenharia de Processos Industriais – Ênfase em Engenharia Automotiva.
Escola de Engenharia Mauá do Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia, São Caetano do Sul, SP, 2011.

Orientador: Prof. Dr. Wanderlei Marinho da Silva.

1. História do automóvel. 2. Evolução eletrônica. 3. Eletrônica embarcada. Instituto Mauá de Tecnologia. Centro Universitário. Escola de Engenharia Mauá. II. Título.

Dedico esse trabalho às pessoas boas ainda existentes no mundo e peço que nunca desistam de brigar pelo correto, de manter o bom caráter e servir de exemplo às gerações futuras, uma vez que o mal não vencerá se os bons permanecerem unidos.

"*The only thing necessary for the triumph of evil, is the good men to do nothing*"

Edmund Burke (1729 – 1797)

AGRADECIMENTOS

Aos meus Pais, Francisco e Luci, maiores exemplos de pessoas do bem, por terem sido os meus pilares de formação, de caráter e de desenvolvimento por toda a vida, sem descansar um minuto sequer para que eu tivesse todas as condições de viver confortavelmente.

Às minhas irmãs, Cláudia e Cristina, por serem mais amigas do que irmãs, sempre com conselhos fundamentados e por me encherem de orgulho por seus respectivos sucessos profissionais.

Aos meus amigos do curso de Engenharia Elétrica da Escola de Engenharia Mauá que colaboraram diretamente para que a faculdade fosse encarada como um período de diversão e companheirismo ante as várias horas de estudos e trabalhos. Ariane, Biriba, Cazé, Garcia, Sapê, Ildo, Jundiaí, Brecha, Tchuco e Formiga: Obrigado pela amizade!

Ao Professor Doutor Wanderlei Marinho da Silva pelos conselhos, orientações pontuais e por ter ministrado com brilhantismo a disciplina Eletrônica Embarcada no curso de Especialização em Engenharia Automotiva, no Centro Universitário Mauá, que me motivou a realizar a pesquisa nessa área.

Ao Mestre Fernando Malvezzi pela coordenação na iniciativa de criação do curso de Especialização em Engenharia Automotiva, no Centro Universitário Mauá, que me permitiu ter uma visão profunda dos assuntos relacionados à indústria automobilística.

Ao colega e exemplar profissional Alexandre de Almeida Guimarães pela preliminar orientação e por servir de referência bibliográfica ao permitir-me a utilização de sua obra literária.

À família Vedovello que desde 2009 me recebeu de braços abertos como um membro da família, em especial à minha amada companheira, Nathalia.

E a todos os demais familiares, amigos e colegas que colaboraram comigo em minha trajetória até a elaboração deste trabalho.

.**RESUMO**

Nos últimos anos, os carros vêm passando por inúmeras mudanças, e estas, os tornam cada vez mais cobiçados por grande parte dos consumidores. Todo o processo de fabricação gera milhões de empregos em todo mundo e movimentam bilhões de dólares, gerando lucros para as multinacionais que os fabricam, fornecedores de peças e prestadores de serviços. Diferente de antigamente, hoje o automóvel possui características como conforto e rapidez, além de ser bem mais silencioso, seguro e com baixos índices de emissões, em parte em função da contribuição e utilização de sistemas eletrônicos embarcados.

Esse trabalho de Monografia visa apresentar os componentes e a evolução da eletrônica embarcada empregada nos automóveis fabricados e/ou comercializados no Brasil, que evoluiu significativamente ao longo do século XX e nesses primeiros anos do século XXI.

Palavras chaves: História do automóvel; Evolução eletrônica; Eletrônica embarcada.

ABSTRACT

In the last years, cars have been showing several evolutions, and these evolutions have made them more desired by the customers. All the manufacturing process involves billions of dollars, generating profits to the manufacturers, suppliers and outsourcing companies. Despite of previous times, nowadays the vehicles have features such as comfort and velocity, in addition to the safety and more silent, many times due to the embedded electronic systems application.

This study aims to present the features and the evolution of embedded electronics used on the automobile manufactured and/or sold in Brazil, that has been developed significantly for the entire 20th Century and this beginning of 21st Century.

Key words: Automobile history, Electronic evolution; Embedded electronic.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 – A LOCOMOTIVA DE CUGNOT 15
FIGURA 2 – PATENTE DO VEÍCULO DE BENZ – MOTORWAGEN (1885) 16
FIGURA 3 – 1892 FORD VIOLET 17
FIGURA 4 – PEUGEOT TYPE 3 (1891) 18
FIGURA 5 – VEÍCULO ROMI-ISETTA (1956)..... 22
FIGURA 6 – PERUA D.K.W. (1956)..... 22
FIGURA 7 – PÔSTER DE "VIGILANTE RODOVIÁRIO"..... 23
FIGURA 8 – 1° SALÃO DO AUTOMÓVEL EM 1960, SÃO PAULO..... 24
FIGURA 9 – WILLYS ITAMARATY 1966 25
FIGURA 10 – FORD GALAXIE 1966..... 26
FIGURA 11 – LINHA OPALA 1974 26
FIGURA 12 – COMPARAÇÃO FIAT 127 (ESQ.) X FIAT 147 (DIR.)..... 28
FIGURA 13 – GOL 1ª GERAÇÃO - 1980 29
FIGURA 14 – FIAT TEMPRA 1991 30
FIGURA 15 – TENDÊNCIAS DO MERCADO NACIONAL 32
FIGURA 16 – EXPANSÃO DO MERCADO AUTOMOTIVO BRASILEIRO..... 33
FIGURA 17 – APLICAÇÃO TÍPICA DA ELETRÔNICA EMBARCADA AUTOMOTIVA 34
FIGURA 18 – MOTOR DE PARTIDA 35
FIGURA 19 – COMPOSIÇÃO DE UMA BATERIA AUTOMOTIVA..... 37
FIGURA 20 – VALOR MÉDIO DO CONSUMO ELÉTRICO 38
FIGURA 21 – PROPAGANDA ANTIGA DE BATERIA..... 39
FIGURA 22 – CICLO DE VIDA DE UM COMPONENTE AUTOMOTIVO..... 40
FIGURA 23 – CÉLULA DE COMBUSTÍVEL..... 41
FIGURA 24 – DETALHES DE UM ALTERNADOR..... 42
FIGURA 25 – PUBLICIDADE DA WAPSA AUTOPEÇAS (1966)..... 44
FIGURA 26 – FUNCIONAMENTO DO ISG 45
FIGURA 27 – SISTEMA DE IGNIÇÃO CONVENCIONAL 47
FIGURA 28 – COMPONENTES DO SISTEMA DE IGNIÇÃO..... 48
FIGURA 29 – VELA DE IGNIÇÃO 49
FIGURA 30 – PUBLICIDADE DE FABRICANTE DE VELA (1962) 50
FIGURA 32 – RELÉ AUTOMOTIVO, SEM CAPA DE PROTEÇÃO..... 55

FIGURA 33 – DISTRIBUIÇÃO DE CHICOTES NO CHEVROLET AGILE 2009.... 57
FIGURA 34 – LEVANTADOR DE VIDRO DO FIAT UNO..... 59
FIGURA 35 – SENSORES AUTOMOTIVOS..... 60
FIGURA 36 – ATUADOR DE TRAVAMENTO DAS PORTAS..... 60
FIGURA 37 – MECANISMO DO LIMPADOR DE VIDRO..... 62
FIGURA 38 – COLUMBIA ELECTRIC CAR..... 63
FIGURA 39 – DIFERENÇA ENTRE FARÓIS NO MESMO MODELO DE CITROEN SM..... 64
FIGURA 40 – ALARME AUTOMOTIVO..... 67
FIGURA 41 – SISTEMA DE TRAVA EM UMA PORTA..... 68
FIGURA 42 – CIRCUITO SIMPLES DE VIDRO ELÉTRICO..... 69
FIGURA 43 – ESQUEMA ELÉTRICO TÍPICO DE UM SISTEMA DE A/C..... 71
FIGURA 44 – PAINEL DO AR CONDICIONADO DIGITAL..... 72
FIGURA 45 – COMPONENTES DO SISTEMA DE AR CONDICIONADO AUTOMOTIVO..... 73
FIGURA 46 – 1939 PACKARD TWELVE - 1º VEÍCULO A TER AR CONDICIONADO..... 75
FIGURA 47 – POSICIONAMENTO DE ALGUNS COMPONENTES DO AR CONDICIONADO..... 76
FIGURA 48 – MÓDULOS ELETRÔNICOS AUTOMOTIVOS..... 78
FIGURA 49 – ECM AUTOMOTIVA..... 79
FIGURA 50 – COMPONENTES DO ESC..... 83
FIGURA 51 – TRAJETO DE UM VEÍCULO COM E SEM ESC..... 84
FIGURA 52 – CONTROLE DE TRAÇÃO TRASEIRA..... 85
FIGURA 53 – VEÍCULOS NACIONAIS COM ABS..... 88
FIGURA 54 – "*CRASH TEST*" LATERAL..... 89
FIGURA 55 – SDM FABRICADO EM CONJUNTO PELA GM E DELPHI (1994).. 91
FIGURA 56 – SISTEMA DE TELEMÁTICA EM UM VEÍCULO..... 92
FIGURA 57 – RADIO TAPE STAR 1968..... 94
FIGURA 58 – RADIO COM NAVEGADOR INTEGRADO..... 94
FIGURA 59 – PREVISÃO – SISTEMA GPS NO SÉCULO XXI..... 96
FIGURA 60 – AVANÇOS NA TELEMÁTICA AUTOMOTIVA..... 97
FIGURA 61 – VENDAS GLOBAIS DE *RSE*..... 98
FIGURA 62 – SISTEMA *RSE* AUTOMOTIVO..... 100

FIGURA 63 – TECNOLOGIA VEHICLE-TO-X 101
FIGURA 64 – PAINEL DE INSTRUMENTO CHEVETTE 1976-1979 103
FIGURA 65 – PAINEL INSTRUMENTO CHEVROLET CRUZE 2012 103
FIGURA 66 – DIAGRAMA DE BLOCO DO *CLUSTER* 104
FIGURA 67 – EVOLUÇÃO CLUSTER AUTOMOTIVO – 1960 SIMCA CHAMBORD X 2011 FORD EDGE 105
FIGURA 68 – AIRBAG AUTOMOTIVO 106
FIGURA 69 – VIDAS SALVAS PELOS DISPOSITIVOS DE SEGURANÇA NOS EUA 107
FIGURA 70 – ARQUITETURA ELÉTRICA DE UM CADILLAC (1912) 109
FIGURA 71 – ARQUITETURA ELÉTRICA DE UM SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DE 12V 110
FIGURA 72 – DISTRIBUIÇÃO ELÉTRICA NO GM CELTA 111
FIGURA 73 – ARQUITETURA ELÉTRICA VEICULAR MODERNA 112
FIGURA 74 – MERCEDES-BENZ M-CLASS HYPER 114
FIGURA 75 – TOYOTA PRIUS 115
FIGURA 76 – CUSTO DAS BATERIAS RECARREGÁVEIS (US$/kWh) 115
FIGURA 77 – SISTEMA DE CONTROLE DINÂMICO X-BY-WIRE 123
FIGURA 78 – CAR SHARING 124

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – ÍNDICE DE NACIONALIZAÇÃO..... 24
TABELA 2 – EVOLUÇÃO DA TECNOLOGIA FLEX..... 31
TABELA 3 – CODIFICAÇÃO DE CORES DOS FUSÍVEIS AUTOMOTIVOS..... 54
TABELA 4 – COMPARAÇÃO ENTRE LÂMPADAS DE HALOGÊNIO E XENÔNIO 65
TABELA 5 – EFETIVIDADE DO ABS..... 87
TABELA 6 – FATALIDADES E TAXAS DE EFICIÊNCIA PARA VEÍCULOS DE PASSAGEIROS EQUIPADOS COM CINTOS DE 3-PONTOS (2000) 107

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 13
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 15
2.1 O início do automóvel 15
2.1.1 A história do automóvel no Brasil 17
2.2 SISTEMAS ELETRÔNICOS EMBARCADOS 33
2.2.1 Motor de Partida 35
2.2.1.1 Evolução 35
2.2.2 Bateria 36
2.2.2.1 Evolução 37
2.2.2.1.1 Sistema de Alimentação 42 V 39
2.2.2.1.2 Células de Combustível 40
2.2.3 Alternador 42
2.2.3.1 *Integrated Starter Generator* – ISG 44
2.2.3.2 Dínamo 46
2.2.4 Sistemas de Ignição 46
2.2.4.1 Injeção Eletrônica 51
2.2.5 Componentes Automotivos Elementares 52
2.2.5.1 Fusíveis 52
2.2.5.1.1 Evolução 53
2.2.5.2 Relés 54
2.2.5.2.1 Evolução 55
2.2.5.3 Chicotes 56
2.2.5.3.1 Evolução 57
2.2.6 Interruptores, Sensores e Atuadores 58
2.2.6.1 Interruptores 58
2.2.6.2 Sensores 59
2.2.6.3 Atuadores 60
2.2.7 Sistemas Elétricos Elementares 61
2.2.7.1 Limpeza dos Vidros 61
2.2.7.2 Iluminação 62
2.2.7.2.1 Evolução das Lâmpadas 65
2.2.7.3 Trio Elétrico 66

2.2.7.3.1 Alarme 67
2.2.7.3.2 Travas Elétricas 68
2.2.7.3.3 Levantador de Vidro 69
2.2.7.4 Ar condicionado 70
2.2.7.4.1 Evolução 73
2.2.8 Módulos Eletrônicos 76
2.2.8.1 ECM – *Engine Control Module* 78
2.2.8.2 TCM – *Transmission Control Module* 80
2.2.8.3 PCM – *Powertrain Control Module* 81
2.2.8.4 BCM – *Body Control Module* 81
2.2.8.5 ESC – *Electronic Stability Control* 82
2.2.8.6 TCS – *Traction Control System* 84
2.2.8.6.1 ABS – *Anti-Lock Braking System* 86
2.2.8.7 SDM – *Sensing Diagnostic Module* 88
2.2.8.8 TCU – *Telematic Control Unit* 91
2.2.8.8.1 Sistemas de Entretenimento – *Infotainment Systems* 92
2.2.8.8.1.1 Rádio 93
2.2.8.8.1.2 *Telematics* 95
2.2.8.8.1.3 *Rear Seat Entertainment* – RSE 98
2.2.8.8.1.4 Tecnologia *V2X* (*Vehicle to X*) 100
2.2.9 Painel de Instrumentos 101
2.2.10 Airbag 105
2.2.10.1 Evolução 107
2.2.11 Arquitetura Elétrica do Veículo 108
2.2.11.1 Sistemas *X-by-Wire* 112
2.2.12 Veículos Híbridos 113
3. CONCLUSÃO 117
4 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA 118
ANEXO A – CONCEITOS DE TECNOLOGIAS FUTURAS 120
ANEXO B – SISTEMAS X-BY-WIRE 123
ANEXO C – TENDÊNCIAS DE USO FUTURAS 124

1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho visa apresentar, através de pesquisas bibliográficas e depoimentos informais, grande parte do desenvolvimento da Indústria Automobilística Nacional, assim como seus principais eventos históricos que ajudaram a atingir o nível de desenvolvimento automotivo que existe atualmente.

Após a apresentação histórica do automóvel nacional, o foco principal do texto é abordar os principais sistemas elétricos/eletrônicos embarcados presentes nos automóveis de passeio por meio de uma pequena introdução explicativa de cada componente, adicionado a um breve resgate histórico e evolutivo desses componentes, desde a criação até os dias de hoje.

A escolha desse tema é explicada na ausência de materiais já compilados com esse propósito e na curiosidade do autor em buscar conhecimento histórico e técnico no assunto a que esse trabalho é dedicado. Esse trabalho não tem a intenção de se tornar referência unânime sobre evolução da eletrônica embarcada, mas busca, de certa forma, resgatar de forma nostálgica grande ícones da indústria automobilística do passado, apresentar ao leitor o quanto o setor se desenvolveu e introduzir temas discutidos nos fóruns, seminários nacionais e globais, a respeito de futuras tecnologias empregadas nos veículos. À medida que o leitor avança em sua leitura, uma viagem pelo tempo, desde as primeiras idéias e experimentos até os dias de hoje, pode ser conferida, culminando com as seções mais avançadas de tecnologias embarcadas.

Assim como comentado nas seções 2.2.2.1.1 Sistema de Alimentação 42 V e 2.2.12 Veículos Híbridos, a preocupação com o futuro da tecnologia automotiva embarcada, em geral, se encontra nessas duas áreas. Há tempos existe um movimento mundial que discute alternativas em relação aos motores de combustão interna e essa alternativa deve estar direcionada a novas tecnologias eletrônicas, que contribuam para a redução do número de sistemas mecanizados muito dependentes da ação e do controle de seres humanos, podendo também ser grandes poluentes. Um bom sistema eletrônico embarcado, acompanhado de uma eficiente infra-estrutura nas cidades e estradas, ao redor de onde os veículos circulam, pode trazer cenários antes imaginados apenas em filmes de ficção científica e desenhos animados visto somente nas telas de cinema.

Como não poderia deixar de acontecer, a inevitável sensação de que mais tópicos poderiam ser acrescentados ao trabalho, existe. Porém, por se tratar de um universo tão

dinâmico, fica impossível abordar todos os assuntos assim como discussões muito recentes.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Por definição, um automóvel ou um carro é um veículo sobre rodas que possui seu próprio motor e transmissão para transportar passageiros. É uma máquina que tem sido aprimorada ao longo dos anos, desde a sua invenção. Não existe uma data em que se pode apontar, com precisão, quando o automóvel foi criado.

2.1 O início do automóvel

Nicolas-Joseph Cugnot[1] é mundialmente reconhecido por ter construído o primeiro veículo de autopropulsão a vapor, por volta de 1769 (FIGURA 1). Porém, o fato mais relevante e que normalmente é aceito como o período de invenção do automóvel, data de 1885, quando o alemão Karl Benz (FIGURA 2) inventou o primeiro motor de combustão interna a quatro tempos, abastecido com gasolina.

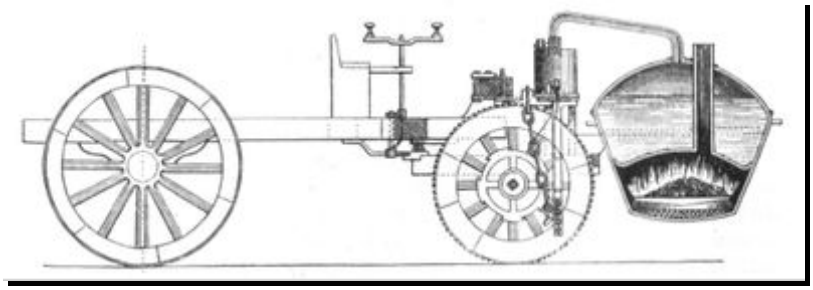


FIGURA 1 – A LOCOMOTIVA DE CUGNOT

FONTE: Disponível em <http://pt.wikipedia.org/wiki/Joseph_Cugnot>. Acesso em 26 fev. 2011.

Essa era uma época em que vários outros cientistas faziam seus experimentos com diversos tipos de máquina e dispositivos. Em 1886, Gottlieb Daimler e Wilhem Maybach desenvolveram um veículo com carroceria diferente das carroças comuns da época dotada de motor também bem como criaram a primeira motocicleta. Concorrentes

[1] Nicolas-Joseph Cugnot (26 February 1725 – 2 October 1804

por um período, Daimler e Benz, viriam a se unir em 1926, criando a Daimler-Benz, cujos carros, com o nome Mercedes-Benz, são vendidos ainda hoje.

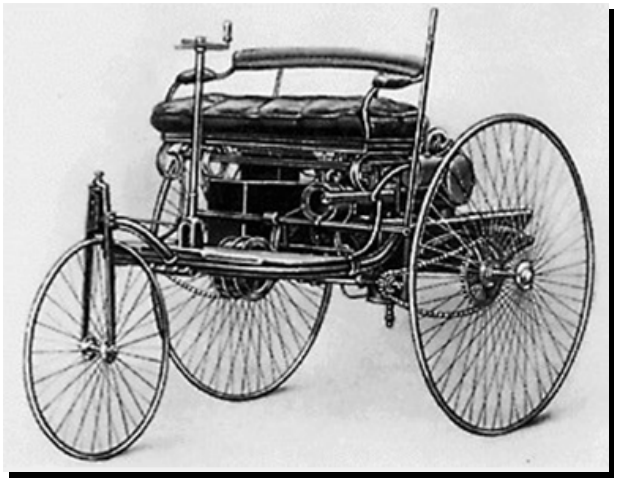


FIGURA 2 – PATENTE DO VEÍCULO DE BENZ – MOTORWAGEN (1885)

FONTE: Disponível em <http://en.wikipedia.org/wiki/Karl_Benz>. Acesso em 11 jul. 2011.

Todos os historiadores e estudiosos do automóvel reconhecem que o automóvel não foi criado em um único dia ou mesmo por um único inventor. Estudiosos estimam que mais de 100 mil patentes[2] foram registradas até que chegássemos aos veículos atuais.

A história dos automóveis está repleta de surpresas. A máquina que mudou o mundo completou 125 anos no início de 2011 e acompanhar sua evolução não é uma tarefa fácil, mesmo para os pesquisadores. Muitas experiências anunciadas não entraram em produção por diversos motivos, desde o custo elevado até a inutilidade dos materiais conhecidos à época. Várias novidades nasceram nas pistas de competição. A própria General Motors cresceu com a incorporação da marca do piloto Louis Chevrolet[3], em 1911. Anos ou mesmo décadas depois se viabilizariam essa evolução para as linhas de montagem. Décadas mais tarde, Henry Ford passaria a fabricar automóveis em série, destacando-se o mais emblemáticos dos automóveis da história: o Ford T, fabricado de 1908 a 1927, cujas vendas ultrapassaram os 15 milhões de unidades.

[2] Para saber mais, blog *About.com Inventors*, disponível em <http://inventors.about.com/od/cstartinventions/a/Car_History.htm>. Acesso em 26 mar. 2011.
[3] Louis-Joseph Chevrolet (nascimento, La Chaux-de-Fonds, Suíça, 25 de dezembro de 1878 — morte, Detroit, Michigan, EUA, 6 de junho de 1941).

Embora Ford seja mundialmente conhecido por seu modelo T, ele já havia iniciado antes a produção de outros modelos, sendo que o primeiro deles foi um carro chamado na época de Violet (FIGURA 3), produzido em 1892.

FIGURA 3 – 1892 FORD VIOLET

FONTE: Disponível em <http://www.city-data.com/forum/automotive/1045469-first-car-made-america-1892-a.html>. Acesso em 11 jul. 2011.

2.1.1 A história do automóvel no Brasil

A história do automóvel no Brasil engatinhava nessa época efervescente para a Europa e Estados Unidos, na transição entre os séculos XIX e XX.

Enquanto nos países desenvolvidos do Hemisfério Norte engenheiros e cientistas já montavam seus protótipos e tentavam estabelecer maneiras de montar suas "engenhocas", no Brasil, tudo isso ainda era um mundo desconhecido e, quem quisesse ter acesso a esses novos produtos, se via obrigado a importar de outros países. Cenário esse que se manteve por muito tempo, até a chegada das primeiras montadoras anos mais tarde.

Segundo os historiadores, a História dos Automóveis no Brasil teve seu primeiro capítulo no ano de 1893, com o desembarque no porto de Santos de um automóvel *Peugeot Type 3* (FIGURA 4), importado pela Família Santos Dumont, do famoso Alberto Santos Dumont, o inventor do avião[4]. O pioneiro proprietário era o irmão mais velho de Alberto, Henrique Santos Dumont[5], que acabou perdendo a cobiçada placa "P1", escolhida para identificar o primeiro automóvel licenciado, por reclamar da necessidade de se pagar a taxa de licença à Prefeitura, já que considerava as ruas da cidade em mau estado. Com essa punição, a placa acabou indo parar no carro do Conde Francisco Matarazzo[6].

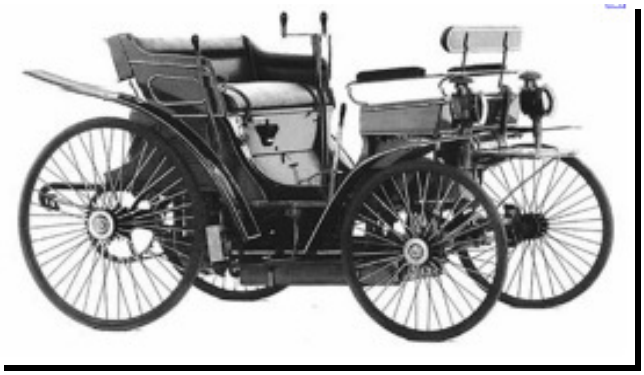


FIGURA 4 – PEUGEOT TYPE 3 (1891)

FONTE: Disponível em <http://www.clubepeugeot.com/forum/lofiversion/index.php/>. Acesso em 15 fev. 2011.

Em 1903, já existiam seis automóveis circulando em São Paulo, e a prefeitura tornou obrigatória a placa de identificação, que seria afixada na parte traseira do veículo.

> Veja que o prefeito pensava longe, até a velocidade para o veículo já dispunha de regulamentação: "[...] Nos lugares estreitos ou onde haja acumulação de pessoas, a velocidade será de um homem a passo. Em nenhum caso a velocidade poderá ultrapassar a 30 km por hora".

[4] A autoria da "invenção" do avião é um fato controverso, já que apenas os brasileiros reconhecem Santos Dumont como a primeira pessoa a conseguir voar com uma máquina mais pesada que o ar, enquanto que a comunidade internacional credita aos irmãos Wright (Orville e Wilbur). A exceção é a França em que o fato é creditado ao seu verdadeiro inventor Clément Ader que efetuou o primeiro voo de uma máquina mais pesada que o ar propulsionado a motor em 9 de Outubro de 1890. Esse fato é ignorado pelo resto do mundo pois seus voos foram realizados em segredo militar e só se soube da sua existência muitos anos depois.

[5] Henrique Santos Dumont (nascimento, Ouro Preto, MG 1857 – morte, 1919).

[6] Francesco Antonio Maria Matarazzo (nascimento, Castellabate, 1854 — morte, São Paulo, 1937), foi um conde e empresário ítalo-brasileiro, criador do maior complexo industrial da América Latina no início do século XX.

(Disponível em <http://www.osintrocaveis.com.br>. Acesso em 26 fev. 2011.)

A frota da cidade de São Paulo, em 1904, já era de 83 veículos e o exame para habilitação de motoristas tornou-se obrigatório. O primeiro motorista habilitado foi o empresário Menotti Falchi, dono da Fábrica de Chocolates Falchi. Com toda essa nova atmosfera e com o surgimento do transporte mecanizado, via automóvel, uma nova profissão surgia: o "chauffer", o famoso termo usado para designar os motoristas particulares.

Somente em 1919, a indústria brasileira teria um novo marco em sua história. Nesse ano, desembarcaria no país a Ford Motors Company (

), tendo como primeiro projetado executado o famoso modelo T, aqui carinhosamente apelidado de "Ford Bigode" e desenvolvido desde 1908 nos EUA, como dito na seção anterior.

Com a chegada e o crescimento da Ford, outra empresa norte americana direcionou seus olhos para o Brasil. Em 1925 a General Motors (GM), criada em 1908, nos EUA, por William Durant[7], instalou-se no país para comercializar por aqui a marca Chevrolet, que obteve de imediato um grande sucesso de vendas.

Durante a Segunda Grande Guerra, pequenas oficinas se transformaram pelo país em fábricas, ainda que precárias, para manter o tráfego e a frota rodoviária brasileira. Realizavam verdadeiros milagres, sem ferramentas, sem máquinas apropriadas e sem matéria-prima adequada.

Após o término da Guerra, em 1945, e um período de retomada da indústria européia, a alemã Volkswagen iniciou sua exportação para o Brasil. Em 1950 chegaram ao país as primeiras 30 unidades do Fusca que, na época, eram chamados simplesmente de Volkswagen-Sedan e algumas Kombis. Visto com certa desconfiança no início, o Fusca logo caiu no gosto do consumidor brasileiro ao se tornar, em pouco tempo, um dos maiores sucesso de vendas do Brasil em todos os tempos.

A Volkswagen inaugurou a sua filial brasileira em 1953 e, como suas concorrentes Ford e GM, apenas montava aqui no Brasil os seus veículos (o Fusca e a Kombi), que

[7] William Crapo Durant (nascimento, Boston 1861 – morte, Nova York 1947), foi empresário e um dos pioneiros da indústria automobilística norte-americana.

chegavam ao Brasil desmontados em caixas no sistema C.K.D[8]. Em novembro de 1957 estavam prontas suas instalações no município paulista de São Bernardo do Campo. Com a produção média de apenas oito unidades por dia.

Os anos 1950 ficaram marcados pela discussão em torno da chamada "Nacionalização da Indústria Automobilística Brasileira". Por incentivos do então Presidente Getúlio Vargas, o governo criou em 1952, a Subcomissão de Jipes, Tratores, Caminhões e Automóveis, que estabeleceu que os veículos só poderiam entrar no Brasil, totalmente desmontados e sem componentes que já fossem fabricados por aqui.

Já na gestão do presidente Juscelino Kubitschek, o Governo Federal criou o Grupo Executivo da Indústria Automobilística – GEIA – em 16/06/1956, que tinha como líder o Almirante Lucio Martins Meira[9] (nomeado Ministro da Viação e Obras Públicas). Esse é considerado de forma unânime, como o 1º marco histórico da Indústria Automobilística no Brasil, porque o GEIA realmente viabilizou os esforços, os planos e as iniciativas referentes ao parque automobilístico nacional, impulsionando ainda mais o sistema nacional de autopeças.

> Através do GEIA eram oferecidos estímulos fiscais e cambiais às empresas interessadas, que deveriam se comprometer com a nacionalização dos veículos aqui fabricados. Os caminhões deveriam ter 90% de seu peso total, em componentes nacionais, e os automóveis 95%. Em pouco tempo estas metas foram cumpridas e até superadas. (Disponível em <http://www.osintrocaveis.com.br>. Acesso em 26 fev. 2011).

Essa era uma época em que o Brasil não possuía estradas e nem transportes rodoviários e a necessidade de evolução e crescimento era evidente.

Na fase de implantação da indústria automobilística nacional, o GEIA recebeu mais de vinte projetos, dos quais apenas dezessete tiveram aprovação e somente doze foram concretizados:

- Fábrica Nacional de Motores (F.N.M.) (caminhões, ônibus e automóveis);

[8] CKD: *Completely Knock-Down*. Sistema de manufatura em que o automóvel é criado e produzido por um centro de produção para depois ser exportado e somente montado em alguma filial.
[9] Lucio Martins Meira (nascimento, Petrópolis, 1907 – morte, Rio de Janeiro, 1991), foi um militar, engenheiro, político e administrador brasileiro

- Ford Motor do Brasil S/A (caminhões, automóveis, utilitários e tratores);
- General Motors do Brasil S/A (caminhões e automóveis);
- International Harvester S/A (caminhões);
- Mercedes Benz do Brasil S/A (caminhões e ônibus);
- Scania Vabis do Brasil (caminhões e ônibus);
- Simca do Brasil (automóveis e camionetas);
- Toyota do Brasil S/A (utilitários);
- Vemag S/A (automóveis, camionetas e utilitários);
- Volkswagen do Brasil S/A (camionetas, furgões e automóveis);
- Willys Overland do Brasil (utilitários, camionetas e automóveis) e
- Karmann Ghia do Brasil (carrocerias de automóveis).

Em 1956, o veículo Isetta, conhecido na Europa como "carro bolha", foi um dos carros produzidos nos anos pós-guerra. No Brasil, a empresa brasileira Máquinas Agrícolas Romi, sediada em Santa Bárbara D' Oeste, interior do estado de São Paulo, obteve a licença da empresa italiana *Iso Automotoveicoli*[10], e iniciou a fabricação do veículo batizado de Romi-Isetta[11] (FIGURA 5). O veículo criou um impacto, na época, muito semelhante ao impacto criado pelo modelo Smart[12] em 2009, quando chegou ao país, pelo seu desenho e pela clara adequação ao uso urbano.

[10] Para saber mais, disponível em <http://pt.wikipedia.org/wiki/Iso_Autom%C3%B3veis>. Acesso em 02 jul. 2011.
[11] Para saber mais: Disponível em <http://pt.wikipedia.org/wiki/Isetta>. Acesso em 02 jul. 2011.
[12] Fabricante de automóveis pertencente ao Grupo Daimler AG. O nome Smart surge contraindo as seguintes palavras: "Swatch Mercedes" e "Art".

FIGURA 5 – VEÍCULO ROMI-ISETTA (1956)

FONTE: Disponível em <http://motordream.uol.com.br/noticias/ver/2011/09/01/exposicao-em-sao-paulo-comemora-55-anos-do-romi-isetta>. Acesso em 02 set. 2011.

No mesmo ano, o primeiro automóvel fabricado no Brasil, com índice de nacionalização relativamente elevado chegava às ruas: a perua DKW (FIGURA 6). Até 31 de dezembro de 1959, foram produzidos 3.962 DKW-Vemags (Estes são os carros do Brasil. **Revista Quatro Rodas**, São Paulo, n. 2, p. 6–11, set. 1960).

FIGURA 6 – PERUA D.K.W. (1956)

FONTE: Revista Quatro Rodas (ago. 1960, p. 2).

O ano de 1957 trouxe grandes novidades para o mercado nacional com o início da produção da Kombi pela Volkswagen do Brasil e a Ford iniciou a fabricação do primeiro caminhão genuinamente "Brasileiro", o F-600 e, posteriormente, deu início ao segmento de picapes no Brasil, com o F-100. No mesmo ano, surgiriam ainda a perua DKW de linhas renovadas (*facelift*), o sedan DKW, o primeiro Volkswagen 1200, o Simca Chambord e o Renault Dauphine. O Simca Chambord foi o pioneiro em

fenômeno de marketing no setor automobilístico brasileiro, pois foi utilizado na popular série o Vigilante Rodoviário (FIGURA 7).

FIGURA 7 – PÔSTER DE "VIGILANTE RODOVIÁRIO"

FONTE: Disponível em <http://www.osintrocaveis.com.br>. Acesso em 26 fev. 2011.

Com o crescimento evidente da indústria automobilística e do número de compradores o Salão do Automóvel do Brasil teve, em 1960, sua primeira edição no parque do Ibirapuera em São Paulo, que viria a ser tornar um sucesso e a maior feira do setor até os dias de hoje (FIGURA 8).

FIGURA 8 – 1° SALÃO DO AUTOMÓVEL EM 1960, SÃO PAULO

FONTE: Disponível em <http://www.osintrocaveis.com.br>. Acesso em 26 fev. 2011.

Como dizia a reportagem da Revista Quatro Rodas de Setembro de 1960, de um total de um milhão de veículos que circulavam no Brasil, apenas 440 mil deles eram automóveis (incluindo jipes e "peruas"). Esse número demonstra o quanto o país apresentava um baixo índice de motorização, na comparação com outros países desenvolvidos do hemisfério norte. No Brasil, esse índice era de um carro para cada 130 pessoas, o líder da Europa, a Suécia possuía um carro para cada sete habitantes e os EUA, um para cada 2,9 pessoas.

O impacto causado pelo início das atividades do GEIA fez com que 20% dos veículos que circulavam no Brasil, haviam saído de fábricas nacionais e apresentava em setembro de 1960 os índices a seguir, medidos sobre o peso do veículo (TABELA 1):

TABELA 1 – ÍNDICE DE NACIONALIZAÇÃO

DKW	95,60%
Volkswagen - Sedan (Fusca)	90,95%
Aero - Willys	85,34%
Dauphine	70,22%
Simca Chambord	67,65%
JK - Alfa Romeo	65%

FONTE: Disponível em <http://www.carroantigo.com/>. Acesso em 04 mar. 2011.

Naturalmente, o aumento da frota pelas cidades trouxe também novos problemas, ainda vividos nos dias de hoje: o furto de veículos e o aumento dos ruídos nos centros urbanos. Victor Civita, editor chefe da Revista Quatro Rodas, escreveu o editorial na edição de outubro de 1960:

> "(...) a cada oito horas, um carro é furtado em São Paulo e no Rio a situação não é muito diferente. (...) Outro problema levantado por Quatro Rodas é o dos ruídos nas nossas grandes cidades. A necessidade de criar uma consciência acústica no automobilista torna-se cada vez mais premente. (...) As cidades barulhentas transformam-se em verdadeiras fábricas de loucos." (REVISTA QUATRO RODAS, outubro de 1960, p. 5).

O primeiro modelo de carro nacional a trazer um pouco mais de luxo para os ocupantes foi o Itamaraty (FIGURA 9), feito pela Willys em 1966. Esse veículo foi pioneiro ao oferecer o ar condicionado como opcional no país.

FIGURA 9 – WILLYS ITAMARATY 1966

FONTE: Disponível em <http://www.osintrocaveis.com.br>. Acesso em 26 fev. 2011.

Como o mercado de luxo ainda engatinhava no país, outras montadoras decidiram investir nesse segmento. A Ford lançaria, em 1967, o clássico Galaxie[13] (FIGURA 10) e, assim, pela primeira vez, os brasileiros tinham no mercado um carro de alta qualidade, no acabamento, mecânica e conforto. Seu fabuloso silêncio interno e maciez de funcionamento eram completamente desconhecidos, até então, para os brasileiros. A versão de 1968 do LTD foi a primeira em um veículo nacional a ter transmissão automática, encontrado também nos modelos da linha Ford e Mercury americanos.

A grande importância do Galaxie se explica na mudança de comportamento do consumidor brasileiro, que passou a exigir muito mais qualidade e conforto nos veículos comercializados.

[13] Produzido pela Ford no Brasil de 1967 a 1983. O modelo 1967 era igual ao o modelo 1966 norte americano, uma novidade na época.

FIGURA 10 – FORD GALAXIE 1966

FONTE: Disponível em <http://www.strangecosmos.com/content/item/155697.html>. Acesso em 14 abr. 2011.

A qualidade ganhou força na nova geração de veículos que chegaram ao mercado. Ford Corcel[14] e Chevrolet Opala[15] (FIGURA 11) vieram em 1968 e se tornaram ícones de gerações. Com variadas opções de motorização, os dois modelos caíram no gosto nacional e disputavam acirradamente a preferência dos motoristas na época.

FIGURA 11 – LINHA OPALA 1974

FONTE: Disponível em <http://www.osintrocaveis.com.br>. Acesso em 26 fev. 2011.

[14] Produzido pela Ford no Brasil, de 1968 a 1986, o Corcel foi eleito carro do ano pela Revista Autoesporte em 1969, 1973 e 1979.

[15] Chevrolet Opala foi o primeiro automóvel de passeio fabricado pela GM no Brasil, tendo sido produzido de 1968 a 1992. Eleito carro do ano pela Revista Autoesporte em 1972.

Novamente, Ford e GM elegeram um ano em específico, assim como 1968, para travarem uma disputa no mercado nacional, ao lançarem automóveis diferenciados e que, intencionalmente, viriam a marcar época e garantir lugares de destaque na indústria automobilística nacional.

Em 1973, a GM apresentou o Chevette[16] (que seria fabricado por 20 anos, até 1993), assim como a Ford decidiu iniciar a montagem do Maverick[17] no Brasil, que havia sido lançado quatro anos antes nos EUA. O Maverick veio em uma manobra da Ford para substituir o Gordini já que, em 1967, a montadora norte americana adquirira o controle da Willys Overland no Brasil. Foi um projeto de risco e de considerável prejuízo para a Ford, no início, pois o velho motor Willys de seis cilindros ainda era grande demais para o capô do Maverick. A solução encontrada foi um redesenho no coletor de exaustão, que gerava a queima do coletor de exaustão e a redução da taxa de compressão (7,7:1) desse motor. Esse motor foi considerado o maior o maior vilão da história do Maverick no Brasil pelos custos do projeto, mas o carro caiu no gosto popular com seu motor V8 e transformou-se no grande sonho de consumo dos adolescentes da época, fazendo com que o investimento fosse válido.

O Chevette derivou do Kadett "C" comercializado na Europa pela Opel, subsidiária da GM com sede na Alemanha, e foi um enorme sucesso de vendas para a companhia. Só o modelo sedã vendeu mais de 1.600.000 unidades, segundo informações encontradas em material especializado e apresentou mais duas versões no país: o hatchback Marajó (1980 a 1989) e a picape Chevy 500 (de 1984 a 1994). O Chevette foi sucedido pelo Corsa no Brasil (a partir de 1994) e teve o seu grande pico de vendas de 1986 a 1991, quando a Volkswagen retirou o Fusca, a Ford aposentou o Corcel e a Fiat suspendeu a produções do Fiat 147, não deixando concorrentes.

Em 1974, o Passat foi lançado pela Volkswagen e passou a ser apontado nas ruas como "o carro mais moderno do Brasil", status que conservaria por quase uma década. Ainda é fabricado nos dias de hoje, após oito gerações e sete plataformas.

[16] Produzido pela GM do Brasil, de 1973 a 1993, o Chevette foi eleito carro do ano pela Revista Autoesporte em 1974 e 1981.
[17] Produzido pela Ford, de 1973 a 1979, teve três versões: Super, Super Luxo (SL) e o GT.

A Fiat, montadora italiana, chegou ao Brasil em 1976 e se instalou na cidade de Betim-MG. Seu modelo de lançamento foi o Fiat 147[18], que era baseado no modelo 127 italiano (FIGURA 12), fabricado desde 1971 na Itália, porém, apesar de seu sucesso comprovado nos dias de hoje, o veículo não caiu de imediato no gosto popular. Era visto com uma certa desconfiança pelos consumidores devido ao seu "motorzinho de 1050 cm^3". Em 1979, ganhou a versão a álcool, tornando-se o primeiro automóvel no mundo a ganhar uma motorização com esse combustível.

FIGURA 12 – COMPARAÇÃO FIAT 127 (ESQ.) X FIAT 147 (DIR.)

FONTE: Disponível em <http://bestcars.uol.com.br/classicos/147-1.htm>. Acesso em 27 jul. 2011.

Com a consolidação da indústria nacional em termos de carros populares, o ano de 1980 ficou marcado na história automobilística brasileira como o ano em que a Volkswagen lançou o Gol[19], que viria a ultrapassar em 2001 o Fusca e se tornar o campeão absoluto de vendas no Brasil, com mais de 3,5 milhões de unidades, apesar de nunca ter sido uma referência em termos técnicos, principalmente com seu criticado motor de 42 CV, da primeira geração (FIGURA 13) e da versão "Atlanta", de 1996, que apresentava péssima retomada de velocidade mesmo com motor 1.8 litros, segundo especialistas da época.

[18] O Fiat 147 foi o primeiro veículo produzido pela Fiat no Brasil, durante os anos de 1976 a 1986. Foi também o primeiro carro a álcool fabricado em serie em todo o mundo. Mais pioneirismo, disponível em < http://pt.wikipedia.org/wiki/Fiat_147>. Acesso em 27/07/2011.
[19] O Volkswagen Gol é produzido desde 1980, ininterruptamente está atualmente na sua 5ª geração.

Em 2010, se tornou também o primeiro veículo a ultrapassar a marca de 5 milhões de unidades. Ainda nos dias de hoje, o Gol tem liderado as vendas no país, com mais de 170 mil unidades vendidas até julho de 2011[20].

FIGURA 13 – GOL 1ª GERAÇÃO - 1980

FONTE: Disponível em <http://www.osintrocaveis.com.br>. Acesso em 26 fev. 2011.

Após todo o processo de nacionalização iniciado em 1956 e mantido por quase quatro décadas, o ano de 1990 marcou a reabertura dos portos à indústria internacional. O então presidente Fernando Collor de Mello considerava os automóveis nacionais verdadeiras "carroças" e permitiu que caíssem as barreiras alfandegárias para facilitar a importação. Essa medida fez com que a indústria brasileira fosse invadida por modelos estrangeiros (como o Lada) e acordasse de anos de protecionismo, o que forçou a renovação de suas linhas, oferecendo lançamentos quase simultâneos de seus produtos mundiais. O governo fez sua parte ao reduzir, pela primeira vez[21], o Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) para modelos até 1.0 litros. Nascia então o termo "carro popular". O Fiat Uno Mille[22], derivado do Fiat Mille italiano de 1983, é o primeiro veículo a se aproveitar desse incentivo, impulsionando o crescimento da Fiat no Brasil, líder em vendas de automóveis até os dias de hoje, segundo o portal da Federação Nacional de Distribuição de Veículos Automotores (FENABRAVE). Anos depois as

[20] Dados FENABRAVE (Federação Nacional da Distribuição de Veículos Automotores) Disponível em <http://www.fenabrave.com.br/principal/home/>. Acesso em 06/08/2011.
[21] Essa medida foi adotada novamente pelo Governo Federal durante os anos de 2008 e 2009, devido a uma crise financeira global, que reduziu o crédito dado aos consumidores para aquisição de veículos.
[22] O Fiat Uno Mille teve sua produção iniciada no ano de 1991, após a derivação do Fiat Mille, comercializado aqui desde 1983, e continua sendo fabricado até os dias de hoje. Foi eleito carro do ano pela Revista Autoesporte em 1985 e 1992.

montadoras seguiram os passos da Fiat e lançaram no mercado modelos compatíveis com o segmento popular:

Volkswagen ➔ Gol 1000[23] em 1993.

General Motors ➔ Chevrolet Corsa[24] em 1994,

Ford ➔ Escort Hobby e XR3 (conversível) em 1995.

Com a abertura da importação, algumas montadoras nacionais[25] não sobreviveram e fecharam as suas portas. Com isso, veículos mais luxuosos ganharam mercado no país e as montadoras se sentiram incentivadas a investir em modelos com melhor acabamento e para um público mais exigente. Vieram juntas à abertura das importações, Renault, Peugeot, Citroen, Dodge e Mercedes Benz. Em 1991, a Fiat lançou o Tempra (FIGURA 14) no Brasil, trazendo o modelo já consolidado na Europa, desde 1990 e derivado do Fiat Tipo.

FIGURA 14 – FIAT TEMPRA 1991

FONTE: Disponível em <http://www.osintrocaveis.com.br>. Acesso em 26 fev. 2011.

O Tempra viria a ser o primeiro carro de luxo da Fiat produzido no Brasil e também o primeiro a ser equipado com 16 válvulas, ou seja, com quatro válvulas por cilindro.

[23] A versão 1000 do Gol foi fabricada de 1993 a 1996 com motor 1.0L de 50 cv..
[24] O Chevrolet Corsa foi lançado em 1994 e é fabricado até os dias de hoje em sua 2ª geração. Com muitas estilizações, teve versões clássicas como o pequeno sedan Corsa Classic, a picape Corsa Montana, e o sedan Corsa Sedan entre outros.
[25] Miúra, Puma e Gurgel, foram algumas das montadoras nacionais que fecharam suas portas com a abertura da importação.

Nessa época, foram comercializados também Seat Cordoba, Chevrolet Astra, VW Golf, e Fiat Tipo, entre outros, todos ainda importados.

A década de 1990 trouxe ao mercado, automóveis memoráveis, alguns existentes até os dias de hoje que podem ser considerados verdadeiros clássicos, como Chevrolet Vectra, Fiat Palio, Ford Ka, Ford Fiesta e Volkswagen Santana além dos já mencionados Chevrolet Corsa, Ford Escort e Volkswagen Gol.

No início dos anos 2000, a discussão de veículos com combustível alternativo ganhou destaque no Brasil, assim como a presença de veículos híbridos, que já eram comuns nos EUA. Aqui no Brasil, o primeiro automóvel flex a ser comercializado foi o Volkswagen Gol TOTAL FLEX, em 2003. Naquele mesmo, vieram ao mercado as versões flex do Chevrolet Corsa, Fiat Palio e Ford Fiesta. Como incentivo, o Governo Federal permitiu que os veículos bicombustíveis fossem taxados com 14% no IPI, a mesma taxa de veículos a álcool.

TABELA 2 – EVOLUÇÃO DA TECNOLOGIA FLEX

FONTE: GUERRERO, L. Álcool ou Gasolina? Você decide no Posto! **Revista Quatro Rodas**. Abr. 2003. Disponível em <http://quatrorodas.abril.com.br/acervodigital/?edicao=1&pg=1>. Acesso em: 26 fev. 2011.

Reportagem da Revista Quatro Rodas (abril de 2000, p. 110) mostrou que “a nova safra de veículos elétricos na Califórnia tem, enfim, novidades capazes de atrair os consumidores”. O destaque em relação ao silêncio do motor elétrico, o baixo consumo de até 25 km/l e vantagens como descontos nas taxas de trânsito e na conta de luz eram lembrados como facilidades que agradavam os consumidores da época e incentivavam potenciais clientes.

O movimento que nasceu há cerca de uma década, com veículos como Honda Insight, Ford Th!nk (assim mesmo, com “!” no meio do nome), Saturn EV1 e a Caravan Epic,

ganhou força nos modelos atuais Chevrolet Volt, Toyota Prius e Ford Escape Hybrid, por exemplo. A demanda por veículos híbridos (veja seção 2.2.12 Veículos Híbridos) tende a aumentar a medida que novas regulamentações governamentais incentivem o desenvolvimento dessa tecnologia.

A Comissão Europeia já estuda medidas que proibiriam veículos a gasolina e diesel nos centros urbanos europeus a partir de 2050, assim como que viagens consideradas pequenas (de até 305 quilômetros) sejam realizadas apenas por trens.

O futuro da indústria automobilística depende então dos investimentos maciços das montadoras e fabricantes de autopeças em evoluir com a tecnologia existente, ao permitir que toda a cadeia produtiva não seja uma ameaça ao meio ambiente (FIGURA 15). A tendência nos próximos anos e décadas, é que tenhamos tecnologias alternativas com custos reduzidos para torná-las acessíveis aos consumidores e órgãos dos governos, permitindo que não sejam tomadas medidas radicais que possam a determinar o fim de um ciclo e fazer com que os automóveis virem obras de museus, apenas para admiração.

FIGURA 15 – TENDÊNCIAS DO MERCADO NACIONAL

FONTE: SEMINÁRIO CARRO DO FUTURO, 2011, São Paulo. **Como será o consumidor?** São Paulo: Auto Data – *Roland Berger Strategy Consultans*. 2011.

Não somente as tendências de novas tecnologias, mas também a chegada de novos fabricantes e novas marcas no mercado nacional tem aquecido a concorrência, fazendo com os preços caiam e a oferta de equipamentos nos veículos seja maior. A FIGURA

16, a seguir, resume o atual cenário brasileiro, sugerido durante congresso de profissionais da área em São Paulo, em 2011, ao já contemplar os modelos mais recentes e perspectivas para o futuro.

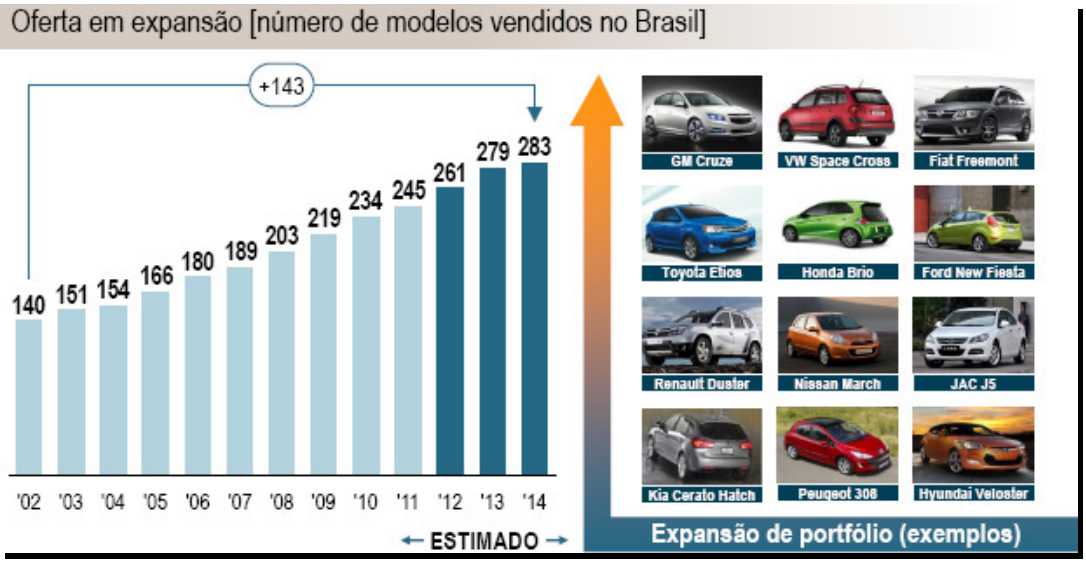


FIGURA 16 – EXPANSÃO DO MERCADO AUTOMOTIVO BRASILEIRO

FONTE: SEMINÁRIO CARRO DO FUTURO, 2011, São Paulo. **Como será o consumidor?** São Paulo: Auto Data – *Roland Berger Strategy Consultans*. 2011.

2.2 SISTEMAS ELETRÔNICOS EMBARCADOS

O uso da Eletrônica nos automóveis tem revolucionado a aplicabilidade e a cobertura de muitos dos opcionais e funções oferecidas aos consumidores. Essa revolução na eletrônica automotiva tem melhorado significativamente o desempenho, a confiabilidade e o conforto nos automóveis. Em muitos casos, a eletrônica empregada também simplificou a fabricação de muitos componentes e a montagem dos veículos pelas montadoras. No entanto, todo o potencial da eletrônica em auxiliar esses processos de fabricação e de melhorar a vida dos consumidores ainda está a ser totalmente explorado. À medida que a tecnologia avança, existe cada vez mais uma fusão entre os componentes eletrônicos e os mecânicos/mecatrônicos tradicionais que tornarão, no futuro, a montagem dos veículos mais eficiente e mais segura para toda a indústria.

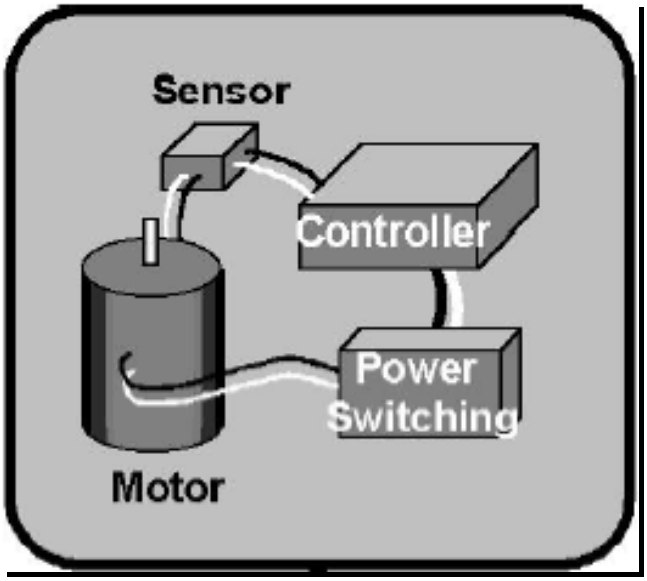


FIGURA 17 – APLICAÇÃO TÍPICA DA ELETRÔNICA EMBARCADA AUTOMOTIVA

FONTE: MYERS, B. A; BURNS, J. H.; RATELL, J. M. Embedded Electronics in Electro-Mechanical Systems for Automotive Applications. In: SAE WORLD CONGRESS, 2001-01-0691, 2001, Detroit. Detroit: SAE Technical Paper Series, 2001. p. 9.

Um sistema eletrônico embarcado é um sistema projetado para executar uma ou algumas funções específicas, normalmente oferecendo resposta em tempo real (*real-time constraints*). Analogamente ao computador pessoal, um sistema eletrônico embarcado deve ser flexível e capaz de controlar diversas necessidades dos usuários. Para isso, utilizam de processadores centrais que controlam os módulos espalhados pelo veículo, como os micro controladores e os processadores digitais de sinais, que convertem sinais analógicos em sinais digitais, como o nível de combustível no tanque do veículo.

A variedade dos sistemas embarcados na indústria automobilística vai desde veículos elétricos e híbridos a freios inteligentes (*Anti-Lock Braking System* – ABS), controle de estabilidade dos veículos (*Electronic Stability Control* – ESC/ESP) e controle de tração (*Traction Control* – TCS).

Esses sistemas embarcados executam tarefas específicas em sua aplicação ao contrário da maioria dos sistemas eletrônicos do mercado, que se diferenciam por serem mais flexíveis para uma proposta geral. Alguns ainda realizam tarefas em tempo real que devem atender os requisitos de segurança e usabilidade necessários para os sistemas mais sofisticados.

2.2.1 Motor de Partida

É um motor elétrico que tem como principal função iniciar o motor de combustão do automóvel, até que esse tenha condições de operar sozinho. Após esse início do motor de combustão, o motor de partida desliga, permanecendo assim até um próximo ciclo de partida do automóvel. Pode-se observar na FIGURA 18 as peças que compõem um motor de partida.

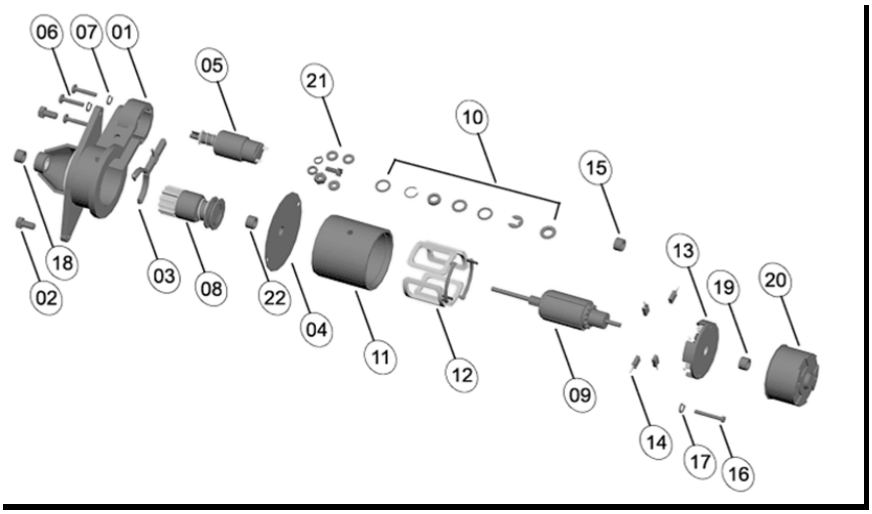


FIGURA 18 – MOTOR DE PARTIDA

FONTE: Disponível em <http://webmecauto.com.br/wikiauto/index.php?title=Tema:Motor_de_partida>. Acesso em 14 abr. 2011.

Funciona basicamente da seguinte maneira: quando o condutor do automóvel gira a chave totalmente no contato, o motor de partida, alimentado diretamente pela bateria, é acionado. A partir desse ciclo, o solenóide (05) é alimentado e puxa o conjunto pistão e garfo (03), que desliza o bendiz (08), também conhecido como roda livre, até acoplar no com a cremalheira (09). Paralelamente, o solenóide energiza a bobina (12) e a cremalheira através das escovas (13) o que cria um campo magnético que provoca o movimento de rotação. É com esse movimento de rotação que se produz o torque necessário para impulsionar o motor do automóvel.

2.2.1.1 Evolução

Item importantíssimo no sistema elétrico do automóvel, o motor de partida representa, junto com a bateria, o início do ciclo para com o motor de combustão. Em toda a pesquisa, ficou evidente que seria complicado determinar com precisão o início do uso do motor de partida na história do automóvel. Sabe-se, porém, que o emprego desse dispositivo, auxiliou muito a participação feminina na condução de um automóvel.

A manivela de partida, usada nos primeiros modelos, era um desafio à força humana, além de ser potencialmente perigosa a saúde.

Reconhece-se historicamente, que Charles Kettering[26], em 1911, apresentou o primeiro sistema elétrico em um automóvel *Cadillac*. Sem essa ignição elétrica, provavelmente estaríamos ainda tendo que recorrer a motoristas ou ajudantes musculosos para darmos partida nos automóveis.

Antes que o motor elétrico fosse desenvolvido, diversos inventores testaram dispositivos que usavam cilindros de gás acoplados à câmara de combustão do motor para forçar o pistão para baixo e, conseqüentemente, girar o virabrequim. Logicamente, notou-se que essa solução era perigosa, pois gerava gases venenosos além do risco de explosões.

No Brasil, reconhece-se que a tecnologia dos motores de partida veio importada junto com os próprios automóveis, até o início da produção dos veículos nacionais.

2.2.2 Bateria

É a fonte da energia elétrica do carro, assim como funciona também como um acumulador de eletricidade. Aciona o motor de partida e é co-responsável, juntamente com o alternador, por manter todo o sistema elétrico do automóvel em funcionamento. Segundo Guimarães (2007, p. 56), "as baterias devem estar preparadas para realizar três tarefas fundamentais e, no geral, serem funcionais por, pelo menos, dois anos ou 30.000 km". As três tarefas, mencionadas, são: capacidade para dar partida em grandes motores à combustão sob condições de baixa temperatura; capacidade de alimentar os inúmeros sistemas embarcados atualmente; e capacidade de suportar por, no mínimo, 40 dias as funções básicas de um automóvel parado.

[26] Charles Franklin Kettering (1876-1958) foi um inventor e filósofo norte americano. Graduado em Engenharia Elétrica pela Universidade Estadual de Ohio, em 1904. Registrou mais de 140 patentes. Para saber mais: http://www.kettering.edu/visitors/about/charles_kettering.jsp.

As baterias são compostas de:

- Peróxido de chumbo (PbO_2) na placa positiva;
- Chumbo (Pb) na placa negativa;
- Líquido eletrólito (ácido sulfúrico diluído – H_2SO_4);

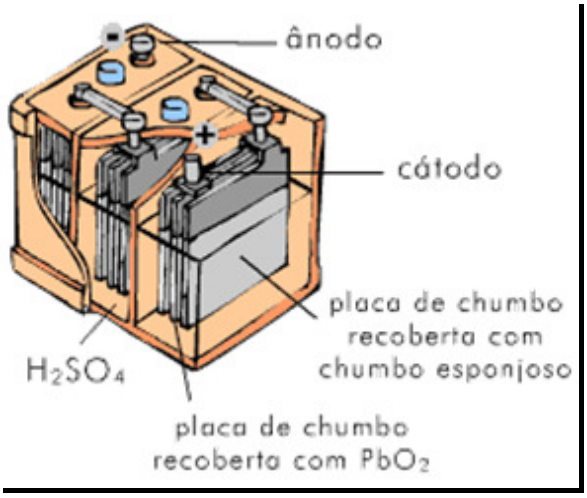


FIGURA 19 – COMPOSIÇÃO DE UMA BATERIA AUTOMOTIVA

FONTE: Disponível em <http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/energia/pilhas-baterias-e-energia.php>. Acesso em 19 abr. 2011.

2.2.2.1 Evolução

Outro item indispensável ao sistema elétrico e ao automóvel em si, a bateria não apresentou significativas mudanças no decorrer dos anos, se compararmos aos demais componentes do sistema embarcado. A principal evolução, além dos materiais adotados, foi a tensão de alimentação.

> Os primeiros sistemas elétricos automotivos trabalhavam com alimentação de 6V/7V (6V através da bateria e 7V com o veículo ligado, pelo sistema de carga – alternador). Com a introdução dos sistemas de injeção eletrônica, na década de 1950, o sistema foi alterado para o atualmente conhecido 12V/14V. Hoje, cerca de 60 anos após a introdução dos primeiros sistemas de injeção eletrônica, percebe-se claramente que necessitamos de uma nova mudança no sistema elétrico. (GUIMARÃES, 2007, p. 247).

Essa mudança no sistema de alimentação visa adequar o sistema elétrico à demanda que os novos componentes exigem. Com o avanço da tecnologia, o consumo elétrico subiu

consideravelmente, estando atualmente por volta dos 3000 Watts de potência em um automóvel de passeio. Podemos visualizar essa mudança na FIGURA 20 a seguir (GUIMARÃES, 2007, p. 248):

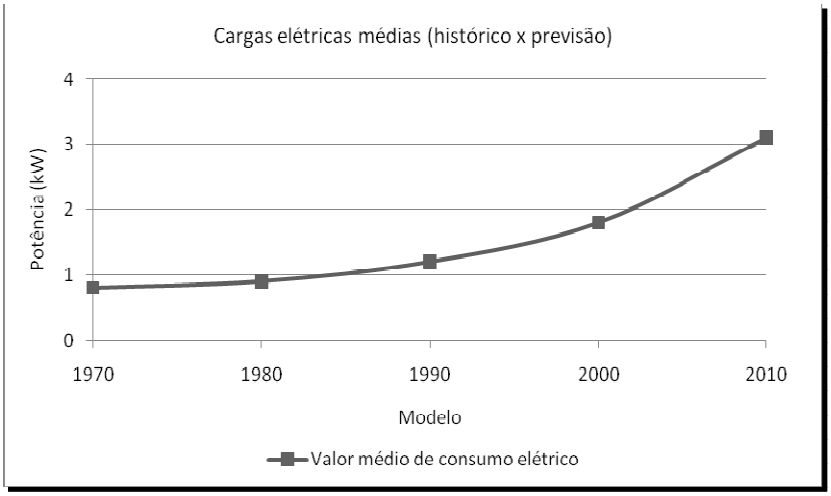


FIGURA 20 – VALOR MÉDIO DO CONSUMO ELÉTRICO

FONTE: GUIMARÃES, A. de A., 2007, p. 248.

A FIGURA 21 apresenta uma bateria do fabricante "Atlas", comercializada em 1960, em que era necessário retirar o selo de vedação, adicionar o líquido ativador e, só então, dar a partida. O fabricante prometia "[...] ignição perfeita, arranque instantâneo, luz abundante e mais energia para cerca de 40 pontos vitais do seu carro.". (Revista Quatro Rodas, agosto de 1960).

FIGURA 21 – PROPAGANDA ANTIGA DE BATERIA

FONTE: Revista Quatro Rodas. 1a Ed. Ago. 1960, p. 35.

2.2.2.1.1 Sistema de Alimentação 42 V

Devido a essa demanda maior por um sistema de alimentação mais robusto, a tecnologia atualmente conhecida como “Bateria de 42V” já é amplamente discutida e sua adoção em larga escala nos automóveis é uma questão de tempo. Especialistas relutam em apostar uma data, devido a dificuldade de se abrir mão de todo o investimento feito no sistema atual 12V/14V, que já provou ser eficiente. Os veículos teriam, então, baterias de 36 V e sistema elétrico de 42 V, que seriam integrados ao desenvolvimento dos automóveis híbridos/elétricos e aos de célula de combustível. Segundo Guimarães (2007, p. 255), as primeiras aplicações 42 V têm sido híbridas, ou seja, adota-se em alguns sistemas disponíveis, sem a necessidade de grandes desenvolvimentos e gastos de tempo e dinheiro. Com o passar do tempo, espera-se que novas arquiteturas elétricas em novos veículos, naturalmente passem a adotar novos sistemas 42 V (SILVA, W.; PAULA, P. P. de. Congresso SAE, 2002).

A FIGURA 22, a seguir, foi retirada da apresentação realizada no curso “Veículos Elétricos e Híbridos”, na SAE Brasil e apresenta claramente a evolução dos sistemas embarcados em um automóvel ao longo dos anos.

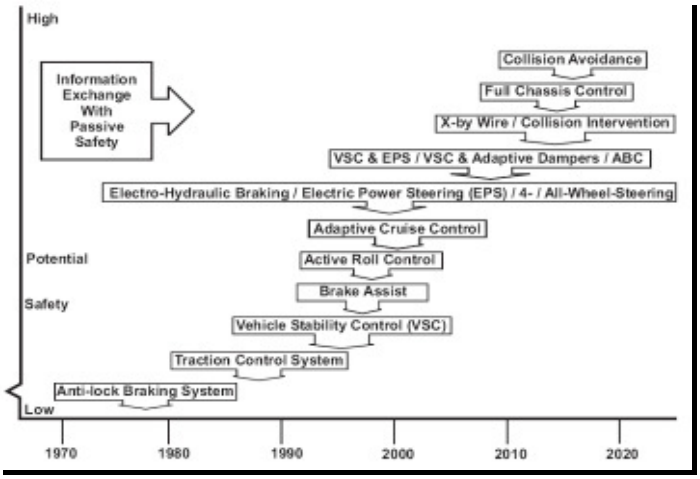


FIGURA 22 – CICLO DE VIDA DE UM COMPONENTE AUTOMOTIVO

FONTE: Disponível em <http://www.is.northropgrumman.com/about/ngtr_journal/assets/TRJ-2000/FW/00FW_Seewald.pdf>. Acesso em 27 abr. 2011.

Mas por que não se desenvolve logo um sistema de 50, 100 V, que resolveria os problemas das cargas em um automóvel por um bom tempo? Pois há estudos fisiológicos nos seres humanos, que afirmam que a corrente gerada pelos 50 V seria capaz de matar um ser humano através por parada cardíaca. Ou seja, as demandas estariam atendidas, porém essa voltagem se tornaria extremamente perigosa, exigindo maiores isolamentos, o que encareceria a implantação dos sistemas. Apesar destas restrições, atualmente os veículos híbridos e elétricos já estão operando com tensões de alimentação superiores a 500 Volts com segurança.

2.2.2.1.2 Células de Combustível

Uma tecnologia também em desenvolvimento é a da Célula de Combustível (*Fuel Cell*)[27], que permite converter energia química de um combustível qualquer (seja hidrogênio ou gasolina, por exemplo) em energia elétrica. É considerada uma bateria, que tem como reagentes hidrogênio e oxigênio. A FIGURA 23 exemplifica como a Célula de Combustível trabalha.

[27] Para maiores informações, disponível em <http://en.wikipedia.org/wiki/Fuel_cell>. Acesso em 27 abr. 2011.

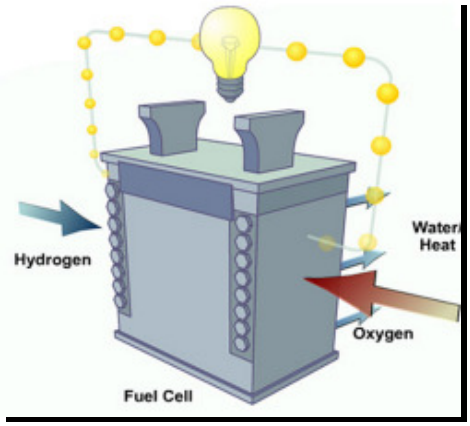


FIGURA 23 – CÉLULA DE COMBUSTÍVEL

FONTE: Disponível em <http://www.treehugger.com/files/2009/01/residential-hydrogen-fuel-cell-japan-nippon-oil.php>. Acesso em 27 abr. 2011.

A célula precisa ser abastecida de oxigênio mais um combustível (nesse caso, o hidrogênio), para gerar eletricidade com corrente contínua (DC). O que sobra dessa conversão é eliminado em forma de calor e água. Segundo KORDESCH[28]& SIMADER (1996), a célula de combustível tem uma taxa de eficiência perto de 90%. A título de comparação, uma lâmpada incandescente comum tem taxa de eficiência de 5% e os motores de combustão interna atuais têm eficiência de 30%.

A principal vantagem do uso dessa tecnologia é que a matéria prima, hidrogênio, é muito abundante, já que, na sua forma mais "limpa", se usaria somente hidrogênio e oxigênio, mistura encontrada na água, que cobre 2/3 do planeta Terra. Porém, essas células alimentadas por hidrogênio ainda têm um custo muito alto (por volta de US$1000/kW), já que é preciso baratear os processos de retirada do hidrogênio e isso implica um grande empecilho para aplicação em larga escala.

Em 2003, o ex-presidente norte americano George W. Bush anunciou um programa chamado de "Iniciativa do Hidrogênio como Combustível" [29] (*HFI*, na sua sigla em inglês) que pretende desenvolver célula de combustível, o hidrogênio e toda a infra-estrutura para tornar os veículos equipados com células de combustível viáveis e com bom custo benefício até 2020. O programa tem dedicado mais de um bilhão de dólares de investimento em pesquisas até agora.

[28] KORDESCH, Karl (1922-2011) foi um químico e inventor austríaco, inventor da pilha alcalina.
[29] Para maiores informações, disponível em: http://www.intech.unu.edu/events/workshops/hfc05/miller_ppt.pdf. Acesso em 27 abr. 2011.

2.2.3 Alternador

O alternador (FIGURA 24), junto com a bateria e o motor de partida, forma, o chamado "trio de ferro" do sistema elétrico de um automóvel.

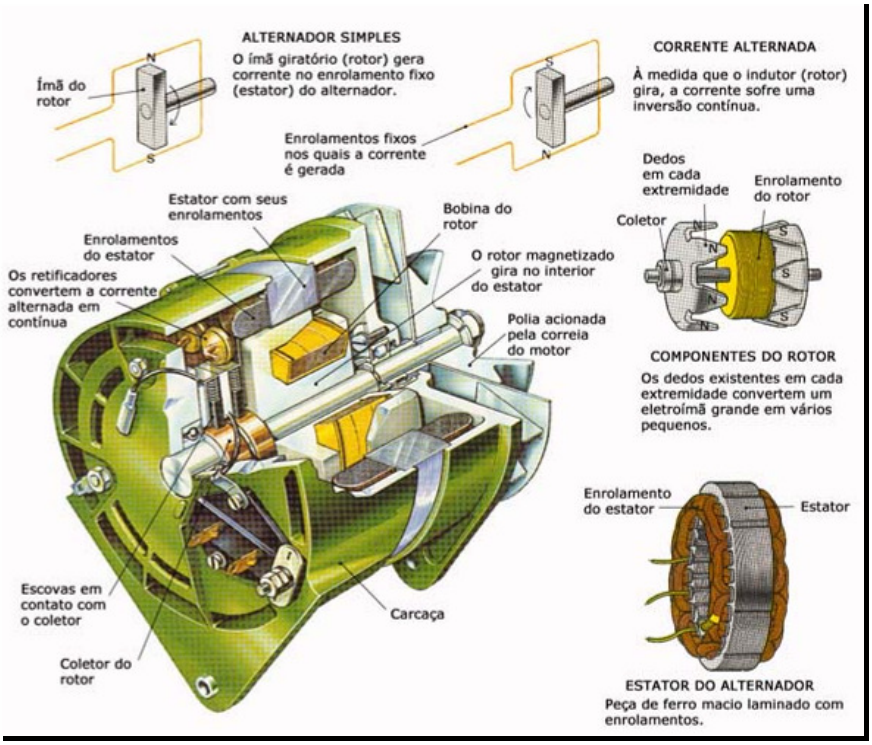


FIGURA 24 – DETALHES DE UM ALTERNADOR

FONTE: Disponível em <http://www.oficinaecia.com.br/bibliadocarro/biblia.asp?status=visualizar&cod=133>. Acesso em 22 jun. 2011.

Esse equipamento nada mais é do que um gerador de energia elétrica, através de energia mecânica. Ou seja, o alternador fornece a energia elétrica aos sistemas embarcados convertendo energia mecânica em energia elétrica que é transmitida por meio do motor de combustão. Além de alimentar os sistemas elétricos mais robustos, o alternador também recarrega a bateria usada para dar partida no veículo.

> A corrente inicialmente gerada por um alternador é alternada. A retificação é feita por meio de um retificador em ponte, integrado ao alternador que gera como resultado final, uma corrente contínua, pronta para ser utilizada pelos sistemas embarcados. (GUIMARÃES, 2007, p. 58)

Os principais tipos de alternadores são os de pólos de garra (*Claw Pole*), os de pólos individuais e os com rotor guia, sendo o mais conhecido e empregado o de pólos de

garra. Esse tipo de alternador tem como principal característica a ventoinha externa, usada para auxiliar no controle da temperatura interna do alternador. Os outros dois tipos de alternadores são usados para fins específicos, como o alternador de pólos individuais onde se demanda geração de potências maiores.

Alguns cuidados que se devem tomar para prolongar a vida útil do alternador:

- Não se deve desconectar a bateria com o motor funcionando.
- Não inverter a polaridade dos cabos na bateria.
- Ao utilizar a soldadora elétrica, recomenda-se desligar a bateria.
- Não desligar a tomada do alternador com o motor funcionando.

2.2.3.1 Evolução

No final do ano de 1965, surgiram grandes novidades para os alternadores nos automóveis brasileiros, na edição daquele ano do Salão do Automóvel de São Paulo. O modelo Itamarati, da Willys, por exemplo, chegou ao mercado em 1966 com uma proposta de simplificação em todo o seu sistema elétrico.

O dínamo[30] foi substituído pelo alternador e foi uma revolução na indústria automotiva nacional na época, como constatou a reportagem da revista Quatro Rodas de dezembro de 1965.

> O alternador que a Willys introduzirá é a modificação mais importante que se verificou até hoje na indústria automobilística nacional. (REVISTA QUATRO RODAS, mai. 1965, p. 75).

O alternador que a Willys introduziu no mercado no meio da década de 60, tinha basicamente a mesma função do dínamo, mas de tamanho reduzido e ainda com a promessa de acabar com os defeitos mais comuns do equipamento antecessor, uma vez que o alternador fazia a retificação da corrente de modo eletrônico, com diodos de silício, evitando assim faíscas, falhas na bateria e maior vida útil. Mas as duas principais

[30] Dínamo é um aparelho que gera corrente contínua convertendo energia mecânica em elétrica, através de indução eletromagnética. As polaridades são invertidas a cada 180 graus de rotação para que o dínamo gere uma corrente contínua, ao contrário dos alternadores, que transformam energia de movimento em energia elétrica alternada, ou seja, que possuem pausas, mas estas pausas são tão rapidas que nada se percebe. Muito usado nos primeiros automóveis, foi substituído pelos alternadores na década de 1960.

evoluções de um equipamento para outro foram a capacidade de carregar a bateria mesmo em marcha lenta e de utilizar o aparelho tanto em baixa como em alta rotação, chegando a 25 mil RPM (ante os 8 mil RPM máximos de um dínamo), como ainda a possibilidade de aplicar-se um maior número de acessórios elétricos. Já em junho de 1966, o alternador não era mais considerado uma novidade no mercado nacional como se pode ver na FIGURA 25, a seguir:

FIGURA 25 – PUBLICIDADE DA WAPSA AUTOPEÇAS (1966)

FONTE: Revista Quatro Rodas, Abr. 1966, p. 45.

A evolução e a necessidade de o alternador atender a demanda, cada vez maior do sistema elétrico do automóvel, fez com que suas especificações partissem de 400 Watts, 34 Ampères e 13 Volts em um modelo de 1966 (Simca Emisul Chambord) para os atuais 720 W, 60 A [31] e os mesmos 12 ou 13 V.

2.2.3.1 *Integrated Starter Generator*– ISG

O ISG é um projeto que visa à integração do motor de partida com o alternador, visando economia para as montadoras assim como redução de massa do veículo e ganho de espaço no compartimento do motor.

> O ISG, *Integrated Starter Generator*, é um novo equipamento que integra o motor de partida e o alternador

[31] Atualmente, essa faixa de valores para corrente é ampla. Vai dos 60 Ampères até 120 Ampères. O alternador é escolhido dependendo dos acessórios e a demanda de amperagem para o circuito de ignição do carro.

> do carro em uma única peça. O sistema é composto de um rotor preso ao eixo do virabrequim, um estator com ímãs envoltos por enrolamentos de fios de cobre, a carcaça e a central eletrônica. Ao dar partida nos carros atuais, a bateria libera energia para o motor de arranque, que engata no volante do motor e dá um impulso para que ele comece a funcionar. Com o ISG isso não acontecerá mais, pois o motor de arranque será eliminado (ver FIGURA 26).
> A carga inicial liberada pela bateria será transformada em campo magnético que vai colocar o rotor em movimento. (...) Da ignição ao pleno funcionamento não são necessários mais que dois segundos. O papel da central eletrônica é administrar a energia produzida pelo ISG, recarregando a bateria. (REVISTA QUATRO RODAS, mai 2003, p. 102-103)

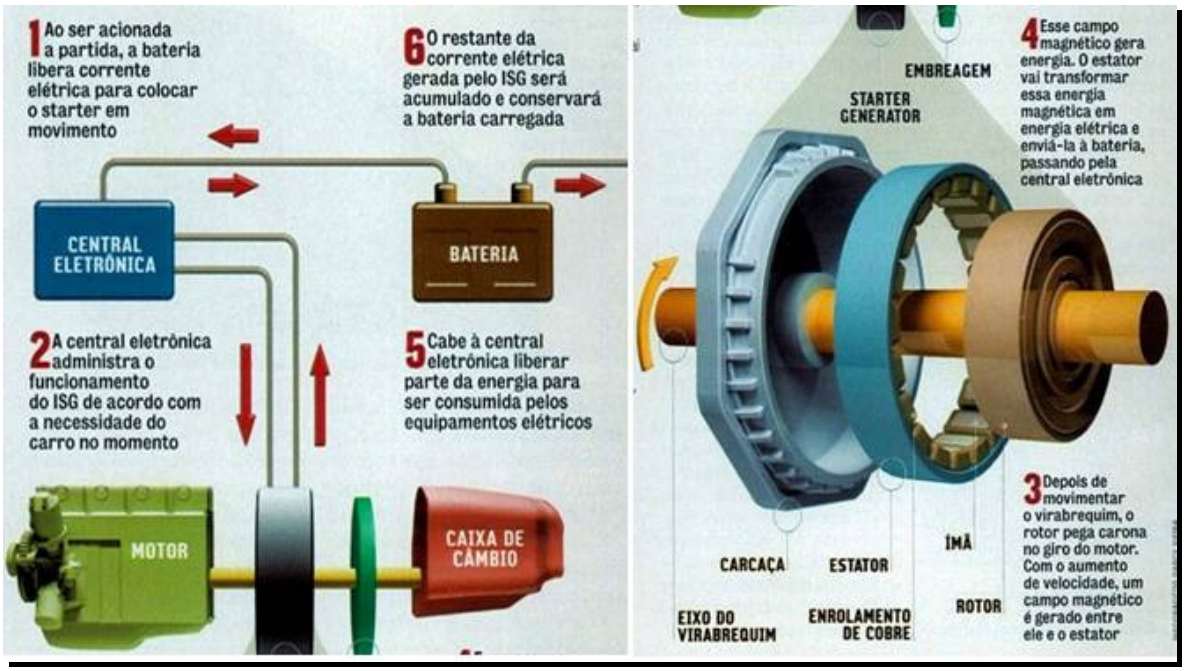


FIGURA 26 – FUNCIONAMENTO DO ISG

FONTE: DUTRA, P. Dois em um. **Revista Quatro Rodas**, São Paulo, Ed. 514. p. 102-103, mai. 2003.

O principal benefício que o sistema ISG deve trazer quando implantado, será o aumento da capacidade de energia elétrica produzida pelo automóvel em até três vezes, dos atuais 14 V aos 42 V, o que atenderia a demanda atual por maior energia no sistema elétrico do automóvel. De acordo com a reportagem da Revista Quatro Rodas, de maio de 2003, "o sistema infelizmente vai demorar algum tempo até que chegue aos nossos

automóveis, já que a instalação desse sistema exige uma adaptação dos motores atuais, com um custo ainda elevado”

Atualmente, o veículo híbrido Honda Insight utiliza a tecnologia do ISG.

2.2.3.2 Dínamo

O dínamo foi largamente utilizado como parte do conjunto elétrico dos automóveis, e era encarregado de produzir energia elétrica a partir da energia mecânica que recebe do motor.

Em uma época antes do uso do alternador, era exatamente o dínamo que permitia suprir as necessidades elétricas dos veículos em movimento. Normalmente era “acusado” pelas constantes panes elétricas dos veículos, cujas causas eram um déficit no fornecimento elétrico. Trabalhava a rotações superiores as do motor e, como deste recebia o movimento, tinha velocidades também variáveis. O uso do dínamo em automóveis caiu em desuso após a popularização do alternador.

2.2.4 Sistemas de Ignição

O sistema de ignição de um automóvel é constituído por quatro partes principais (FIGURA 28):

- Uma bateria, que fornece a corrente elétrica;
- Uma bobina, que eleva a tensão da corrente;
- Um distribuidor, que envia a corrente às velas no momento adequado;
- As velas, que produzem as faíscas que inflamam a mistura contida nos cilindros.

Esse sistema de ignição por faísca é praticamente o mesmo em todos os automóveis fabricados atualmente e é uma das partes fundamentais do motor de qualquer carro. É através dele que se inicia a combustão da mistura combustível - ar nas câmaras de combustão do motor.

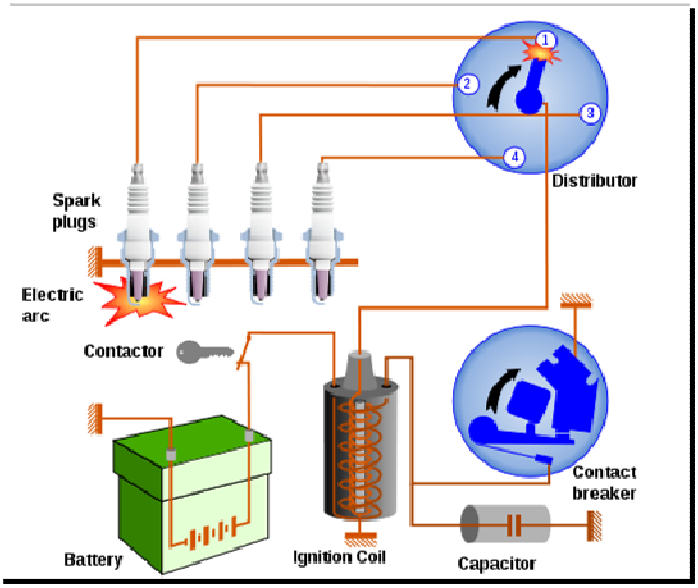


FIGURA 27 – SISTEMA DE IGNIÇÃO CONVENCIONAL

FONTE: Disponível em <http://pt.wikipedia.org/wiki/Igni%C3%A7%C3%A3o_automotiva>. Acesso em 19 jun. 2011.

Basicamente, a bateria e depois o alternador dão energia à bobina[32], que multiplica a energia elétrica recebida para atingir a voltagem necessária para produzir uma descarga suficiente[33] para inflamar a mistura. Essa voltagem alimenta o distribuidor, que como o nome indica distribui a energia pelas quatro velas, seguindo uma ordem específica e um tempo de resposta determinado pelas árvores de Cames[34]. A energia chega às velas (

) através de cabos com alta capacidade de voltagem.

[32] Bobina é o componente que amplifica a descarga elétrica para que esta seja suficiente para inflamar a mistura. Uma bobina normal funciona com mais ou menos 18.000 Volts.
[33] A corrente que chega às velas deve ser de alta tensão (pelo menos 14000 volts). Porém, para compensar as quedas de tensão no sistema, poderá ser necessário elevar esse número para 30.000 volts
[34] A árvore de Cames, também chamada árvore de comando de válvulas, é um mecanismo destinado a regular a abertura das válvulas num motor de combustão interna

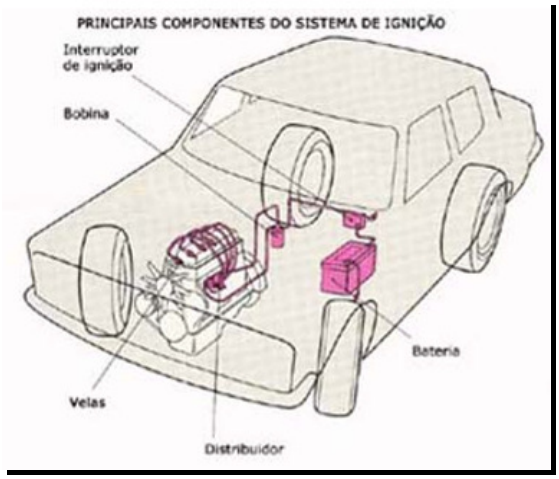


FIGURA 28 – COMPONENTES DO SISTEMA DE IGNIÇÃO

FONTE: Disponível em <http://sistemasautomotivos.blogspot.com/2009/01/sistema-de-ignio.html>. Acesso em 19 jun. 2011.

Para entender o funcionamento da vela basta fazermos uma analogia com uma descarga atmosférica: como um raio, a vela força o arco elétrico por uma abertura. A eletricidade deve ter uma tensão muito alta para atravessar a abertura e criar uma boa centelha. A tensão em uma vela pode estar entre 40 mil e 100 mil volts. É a unidade responsável por provocar a ignição da mistura ar/combustível dentro do cilindro e, em conseqüência, sua explosão. O eletrodo que gera a faísca trabalha em temperaturas que vão de 400 a 800 graus centígrados. O lado externo da vela é recoberto com material cerâmico que age como uma capa protetora do eletrodo central. Ainda que alguns modelos tenham configuração diferente, em geral cada cilindro tem uma vela. Motores a diesel não são dotados de velas: a explosão se dá pela compressão do combustível.

Para utilizar o combustível da melhor maneira, a centelha gerada pela operação da vela deve ocorrer antes que o pistão atinja o final do curso de compressão, de modo que no momento em que o pistão comece a descer em direção ao curso de potência, a pressão esteja alta o suficiente para começar a produzir trabalho útil.

Segundo a explicação apresentada pelo portal *How Stuff Works*, o momento da ignição pode ser adiantado ou atrasado, dependendo das condições. O tempo que a mistura ar-combustível leva para queimar é mais ou menos constante. A velocidade dos pistões é diretamente proporcional à rotação do motor. Isto significa que, quanto mais rápido o motor gira, mais cedo deve ocorrer a centelha. Isto é chamado de avanço de ignição:

quanto maior a rotação do motor, maior o avanço, ou seja, mais cedo haverá a fagulha que inicia a combustão interna do motor.

Após acompanharmos o raciocínio por completo do sistema de ignição, é interessante explicar o funcionamento e as características da bobina, que tem um importante papel no sistema. A bobina é um dispositivo simples - essencialmente um transformador de alta tensão formado por dois enrolamentos de fios. Um dos enrolamentos constitui a bobina principal. A bobina secundária fica enrolada em volta desta. Normalmente, a bobina secundária possui centenas de voltas a mais que a bobina principal. A corrente flui da bateria pelo enrolamento principal da bobina. A corrente da bobina principal pode ser subitamente interrompida pelos platinados, ou por um dispositivo de estado sólido na ignição eletrônica.

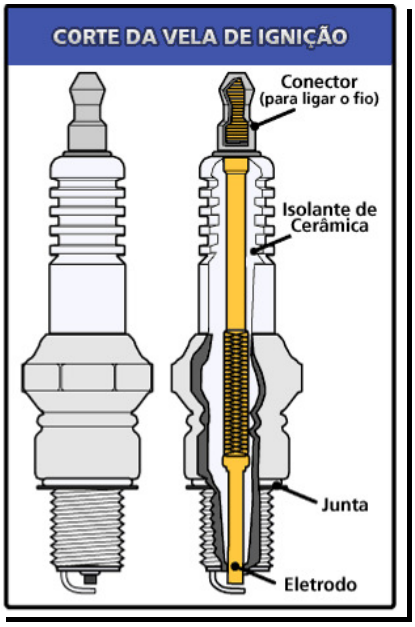


FIGURA 29 – VELA DE IGNIÇÃO

FONTE: Disponível em <http://carros.hsw.uol.com.br/sistema-de-ignicao-de-um-automovel.htm>. Acesso em 19 jun. 2011.

Há duas formas de melhorar as performances do sistema de ignição: uma é a de eliminar as resistências à condutividade elétrica, a outra é aumentar a voltagem disponível para a descarga que vai inflamar a mistura. Tudo isto tem, no entanto, de ser feito em conjunto para que possa resultar plenamente. Os principais passos para eliminar a resistência à

condutividade elétrica passam pela substituição de alguns componentes normalmente mais restritivos.

> Nos últimos anos, você deve ter ouvido falar de carros que precisam de sua primeira regulagem somente quando está com 150 mil quilômetros. Uma das tecnologias que permitem esse longo intervalo de manutenção é a ignição sem distribuidor. A bobina neste tipo de sistema trabalha da mesma maneira que as bobinas maiores. A unidade de controle do motor controla os transistores que interrompem o lado de aterramento do circuito, o que gera a centelha. Isto fornece à ECU o controle total sobre o avanço de ignição. Sistemas como estes possuem vantagens significativas: não existe distribuidor, que é um item que eventualmente se desgasta, e não existem cabos de alta tensão para as velas, que também se desgastam. Além disso, permitem o controle mais preciso do momento de disparo da centelha, o que pode melhorar a eficiência, reduzir as emissões e aumentar o desempenho geral do veículo. (Disponível em <http://carros.hsw.uol.com.br/sistema-de-ignicao-de-um-automovel.htm>. Acesso em 19 jun. 2011)

FIGURA 30 – PUBLICIDADE DE FABRICANTE DE VELA (1962)

FONTE: Revista Quatro Rodas, jun. 1962, p. 13.

2.2.4.1 Injeção Eletrônica

No passado, o motor podia fundir por passar do giro, o carburador afogava, o cabo do acelerador se partia. Nessa época, um motor precisava basicamente de três itens para funcionar: combustível, ar e faísca. E quem gerenciava esses componentes eram os carburadores, as bobinas e os distribuidores.

Atualmente a eletrônica não só evita esses problemas como cuida da parte elétrica e da segurança. A injeção eletrônica[35] "é uma das grandes inovações tecnológicas do automóvel. Surgiu na década de 1980 e foi aperfeiçoada na de 1990" (Portal Web Motors[36]). O grande pioneiro nacional foi o Volkswagen Gol, versão GTI, 1988. A dosagem de combustível era controlada por um microprocessador, substituindo o carburador, e que dava a dosagem perfeita de combustível a ser injetada, conforme as exigências do motor a cada momento. Enquanto isso, outro microprocessador comanda o sistema de ignição. Esses dois sistemas, aplicados ao motor 2.0 litros a gasolina, possibilitavam um desempenho muito melhor, com índices baixos de consumo, o que permitia um funcionamento mais regular e equalizado do motor.

> A dosagem do combustível com o ar pelo sistema eletrônico dispensa a regulagem manual porque o mapeamento programado na central eletrônica comanda a mistura ar/combustível em quantidades quase ideais. A sigla SPI ou SFI indica que um único bico injetor alimenta todos os cilindros. Também é conhecida como injeção monoponto. MPFI indica que cada cilindro possui o seu próprio bico injetor. É a chamada injeção multiponto. Existe um sistema mais moderno, o GDI (*Gasoline Direct Injection*), em que o bico injetor está instalado diretamente dentro da câmara de combustão. Ainda pouco conhecido e utilizado, este sistema acompanha alguns veículos mais luxuosos. ([??]. ABC do Carro. **Revista Quatro Rodas**. São Paulo. 2010. Disponível em <http://quatrorodas.abril.com.br/QR2/autoservico/mecanica/abc.shtml>. Acesso em 22 abr. 2011).

[35] Para saber mais: Disponível em <http://www.envenenado.com.br/howwork/injecao/injecao.html>. Acesso em 22 abr. 2011.
[36] Disponível em <http://www.webmotors.com.br/wmpublicador/Dicas_Conteudo.vxlpub?hnid=34401>. Acesso em 22 abr. 2011.

Não existe manutenção preventiva do sistema de injeção, o que é uma boa notícia para os proprietários. O único trabalho recomendado pelos fabricantes é executar a limpeza das válvulas (bicos) de injeção se o funcionamento do motor se tornar irregular e com falhas, sem que a luz de aviso de irregularidade se acenda.

2.2.5 Componentes Automotivos Elementares

Em seu livro, Guimarães (2007, p.41) comenta na introdução do capítulo dedicado a esse tema, que "a grande maioria dos sistemas embarcados, além de receber alimentação, precisa também ter conectadas as suas entradas e saídas, e, algumas dessas saídas, precisam ser conectadas aos relés.". Dessa maneira, os circuitos embarcados no automóvel ficam protegidos de sobrecargas e curto circuitos.

2.2.5.1 Fusíveis

O fusível é um dispositivo elétrico de segurança, introduzido em circuitos elétricos, com a finalidade de, queimando-se, interromper uma corrente que alimenta os circuitos e equipamentos elétricos, protegendo o sistema de alimentação.
É um dispositivo imprescindível, não somente nos projetos automotivos, mas também em quaisquer esquemas elétricos existentes. Nos veículos, os fusíveis protegem os chicotes não diretamente os módulos e/ou componentes elétricos, normalmente respeitando 20% acima da capacidade máxima e corrente do circuito a ser protegido. Ou seja, os fusíveis empregados são suficientes para a proteção naquela parte do circuito.
De acordo com o portal da internet *HowStuff Works*, uma boa maneira de examinar um fusível é tirá-lo de seu receptáculo e conectar um verificador de continuidade as seus dois terminais (lâminas). Mas se você fizer isso enquanto o fusível estiver encaixado, poderá haver continuidade por um caminho que não seja o fusível. Os dois lados do fio, por exemplo, podem estar aterrados quando você verifica o fusível. Normalmente, é possível dizer se um fusível está queimado só observando se o elo está rompido ou não (FIGURA 31).

FIGURA 31 – FUSÍVEL EM BOM ESTADO (ESQ.) X FUSÍVEL QUEIMADO (DIR.)

FONTE: NICE, K. Como funcionam os fios, fusíveis e conectores. In: HOW STUFF WORKS. Como Tudo Funciona. Disponível em <http://carros.hsw.uol.com.br/fios-fusiveis-e-conectores2.htm>. Acesso em 13 mai. 2011.

Lembrando que, quando um fusível queima, deve ser substituído por outro, da mesma amperagem, antes que o circuito volte a funcionar novamente.

2.2.5.1.1 Evolução

Muito mais do que a evolução dos fusíveis em si, acompanhamos ao longo das décadas a evolução dos sistemas de proteção. Os projetos se tornaram mais elaborados devido ao aumento do número de cargas, componentes e módulos elétricos "pendurados" no circuito.

A reportagem a seguir, da Revista Quatro Rodas, de abril de 1961[37], destaca bem essa preocupação, em uma época que o sistema elétrico dos veículos tinha poucos componentes.

> "Garantida a existência de corrente elétrica abundante e segura, resta saber se a mesma poderá ser bem aproveitada, sem interrupções, o que significa que os faróis dianteiros e as lanternas de posição precisam acender sem dificuldade, iluminar o que devem iluminar e estar protegidos contra possíveis curtos-circuitos, por meio de fusíveis adequados. Existem automóveis que têm apenas um fusível para ambos os faróis dianteiros. Se este se queima – seja por curto-circuito, seja pela exagerada elevação da temperatura – o carro fica totalmente "cego" (...). Nesse caso, a solução é uma só, separar os fios que vão aos faróis: colocando um fusível independente em cada um deles."([??]. A Noite tem mil olhos contra você.

[37] Grafia e gramática original da reportagem da Revista Quatro Rodas, edição de abril de 1961 (p. 18)

Revista Quatro Rodas: São Paulo, Ed. 9. p. 18 – 21, abr. 1961).

Convencionalmente, existe um código de cores, normalmente empregado pelas montadoras, que facilita a identificação dos fusíveis instalados no veículo e, principalmente, qual a corrente ele está projetado para suportar (TABELA 3).

TABELA 3 – CODIFICAÇÃO DE CORES DOS FUSÍVEIS AUTOMOTIVOS

Corrente elétrica (em ampères)	Código de cor	Corrente elétrica (em ampères)	Código de cor
2	Cinza	20	Amarelo
3	Roxo	25	Cinza
4	Rosa	30	Verde
5	Marrom-claro	35	Marrom-escuro
7,5	Marrom=escuro	40	Laranja
10	Vermelho	50	Vermelho
15	Azul	60	Azul
20	Amarelo	70	Marrom-claro
25	Branco	80	Branco
30	Verde		

FONTE: GUIMARÃES, A.de A., 2007, p. 42.

2.2.5.2 Relés

Outro importante dispositivo elétrico de segurança, o relé funciona como um interruptor e é utilizado para comandar os mais diversos tipos de sistemas. Um simples relé eletromagnético consiste em uma bobina montado em volta de um núcleo de ferro macio (FIGURA 32).

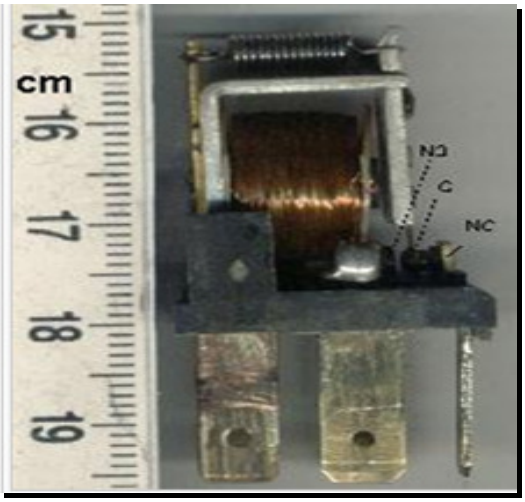


FIGURA 32 – RELÉ AUTOMOTIVO, SEM CAPA DE PROTEÇÃO

FONTE: Disponível em <http://en.wikipedia.org/wiki/Relay>. Acesso em 19 jul. 2011.

Guimarães (2007, p. 44) explica que quando um módulo eletrônico precisar comandar algum sistema de potência, por uma de suas saídas, e essa saída não for eletricamente capaz de fazê-lo, um relé deve ser utilizado.

A simbologia utilizada na indústria é universal, o que facilita o entendimento de catálogos e esquemas elétricos por quem for utilizar um relé em algum projeto ou aplicação. A numeração dos terminais também é padrão e podem ser vistas na base do relé.

Os relés automotivos têm muitos modelos existentes no mercado hoje, já que são especiais devido ao seu design e tecnologia especificos para os carros de passeio, carga e embarcações. Normalmente são relés de corrente alta, nas tensões de 12 e 24V, alguns com proteções em suas bobinas utilizando diodos e resistores. São muitos os modelos com fixações laterias ou de topo. A maior aplicabilidade desses relés são para controle dos faróis, limpadores de parabrisas, lanternas, iluminação, alarmes, motor de partida e outros.

2.2.5.2.1 Evolução

O início do relé é associado a estudos feitos por Joseph Henry[38], enquanto esse construía eletroímãs e, por meio de seus experimentos, presenciou o efeito da indução

[38] HENRY, Joseph (nascimento, Albany, EUA, 1797 – morte, Washington D.C., EUA, 1878).

eletromagnética, que é o fenómeno que origina a produção de uma força electromotriz (f.e.m. ou voltagem) num meio ou corpo exposto a um campo magnético variável. Vale lembrar que a primeira observação do fenômeno da indução eletromagnético é creditada a Michael Faraday[39], mas que foi feita paralelamente por Henry. Com seus estudos, Henry também desenvolveu um motor elétrico, mas também sem registrar a patente não levou o crédito, dado a Werner Von Siemens[40], que aperfeiçoou inúmeros estudos realizados previamente por quase três séculos.

Os estudos de Henry acerca do relê eletromagético foram a base do telégrafo elétrico, inventado por Morse e Wheatstone.

Como já foi apresentado no item anterior, atualmente há diversos modelos de relés no mercado. Os mais comuns são:

- Normalmete aberto (NA): quando o relé é ativado via corrente elétrica, a chave fecha.
- Normalmente fechado (NF): quano o relé é ativado via corrente elétrica, a chave abre.

Em alguns casos, os relés podem ter mais de um contato formando um conjunto de contatos que atuam simultaneamente com a força magnética, dependendo da função do relé. Há casos também, comuns nas partidas de motores industriais, em que a força da mola, necessária para fazer o contato retornar ao estado de repouso, é substituída pela força da gravidade.

2.2.5.3 Chicotes

Chicotes são os fios elétricos protegidos por materiais isolantes que passam pelo veículo e interligam todos os seus componentes eletrônicos. Segundo Guimarães (2007, p. 46), "um veículo chega ter centenas de metros de cabos espalhados por sua carroçaria", número atualmente perto dos 1000 metros. A FIGURA 33 apresenta como é a distribuição mais comum pela carroceria em um veículo de porte médio.

Os chicotes dentro de um veículo, em sua maioria, possuem um tronco principal (chamado de *bundle*) e dele partem ramos secundários e até terciários. O projeto e

[39] FARADAY, Michael (nascimento, Newington, Inglaterra, 1791 – morte, Londres, Inglaterra, 1867).
[40] SIEMENS, Werner Von (nascimento, Lenthe, Alemanha, 1816 – morte, Berlim, Alemanha, 1892).

especificação do tamanho e posicionamento dos chicotes elétricos, busca sempre facilitar a montagem do veículo. Os chicotes se interligam por meio de clipes, conectores, *grommets*, terminais de bateria e se apóiam pelo veículo por *brackets*.

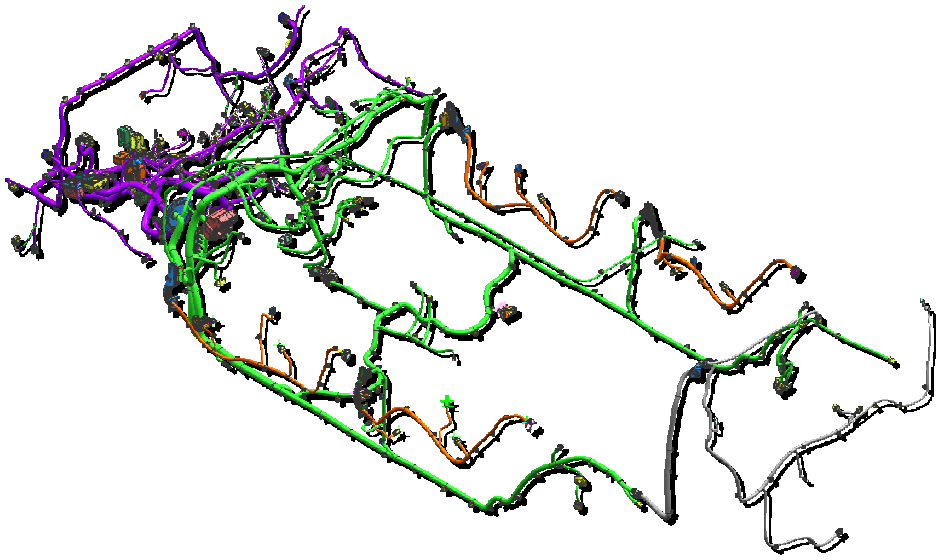


FIGURA 33 – DISTRIBUIÇÃO DE CHICOTES NO CHEVROLET AGILE 2009

FONTE: Chevrolet Agile. **CHEVROLET**. Acervo interno. 2009.

2.2.5.3.1 Evolução

Os primeiros automóveis fabricados tinham seus componentes eletrônicos interligados por meio de fios comuns de cobre e não utilizavam ainda o conceito de *bundle*, ou seja, possuíam circuitos separados e independentes, visto a baixa quantidade de componentes do sistema elétrico do veículo.

Com o aumento do número de componentes eletrônicos em um veículo, a conseqüência foi o aumento também do número de interligações necessárias para conectar todo esse volume novo. Porém, ao invés de evoluir para a produção automática em geral, os chicotes continuam a ser fabricados manualmente e, aparentemente, essa situação vai durar um bom tempo, segundo especialistas. Como há vários processos envolvidos, desde a definição do chicote, seu tamanho até a confecção final, a produção manual ainda é mais barata.

Os fornecedores de chicote produzem, de maneira simplificada, da seguinte maneira. Os fios são primeiramente cortados no tamanho desejado, depois tem suas extremidades descascadas para que o fio metálico fique exposto e, então, têm os terminais ou conectores presos a essas extremidades. Os cabos são montados e presos uns aos outros por meio de grampos ou fitas e formam os chicotes. Por fim, qualquer proteção ou tratamento, com conduítes[41], por exemplo, é feito por último. Uma vez recebido pelos fornecedores, cabe às montadoras o trabalho de definir a rota e colocar os chicotes dentro dos veículos.

2.2.6 Interruptores, Sensores e Atuadores

Os veículos estão dotados de dispositivos que interagem entre os consumidores e os módulos eletrônicos que ajudam a controlar os sistemas no veículo. Por exemplo, como o módulo que controla o motor sabe o momento de dar a partida e fazer o veículo andar? É preciso um reconhecimento que a chave colocada na ignição, pertence realmente aquele veículo e pode iniciar o motor.

Esses comandos se dão através dos interruptores, sensores e atuadores. Nos tópicos a seguir, uma breve explicação sobre cada um desses importantes dispositivos, que nem sempre são percebidos pelos motoristas.

2.2.6.1 Interruptores

De acordo com Guimarães (2007, p. 65), os interruptores são chamados de switches pelos engenheiros de produtos das montadoras e são classificados em duas classes: *touch swithes* e *hidden switches*.

Os *touch swithes* (FIGURA 34) são os switches que interagem com os usuários, ou seja, recebem ação direta dos passageiros. Temos como exemplo de *touch swithes*, o levantador de vidro, o interruptor de luzes, as chaves de seta e limpador de vidros, o botão do pisca alerta, etc.

[41] Conduíte elétrico é um sistema de cabeamento elétrico, usado para proteção de chicotes elétricos. Podem ser feitos de metal, plástico, fibra ou argila.

FIGURA 34 – LEVANTADOR DE VIDRO DO FIAT UNO

FONTE: Disponível em <http://loja.tray.com.br/loja/produto-88696>. Acesso em 11 set. 2011.

Os *hidden switches*, como o próprio nome sugere, são aqueles dispositivos que não são diretamente operados pelos ocupantes. Os principais exemplos são o interruptor na porta que acende a luz do interior do veículo, quando a porta se abre; existe interruptor de freio e de embreagem, que passam ao sistema central do motor (*ECM*, veja seção 2.2.8.1) a situação que cada pedal se encontra; o *switch* de freio de mão, o interruptor de ignição etc.

2.2.6.2 Sensores

Guimarães (2007, p. 69) descreve que os sensores são dispositivos que monitoram as várias grandezas físicas e químicas do veículo, fornecendo dados aos módulos eletrônicos responsáveis pelo controle de cada sistema embarcado.

Cada veículo hoje manufaturado apresenta diversos tipos de sensores (FIGURA 35), que monitoram todo e qualquer movimento, comportamento e situação do veículo. Existem sensores de pressão de óleo, de velocidade, de auxílio no estacionamento, de chuva, de faróis, de combustível, de deslocamento (nos carros de luxo), airbag, etc. Não é objetivo de esse trabalho listar todos os tipos e aplicabilidades de sensores.

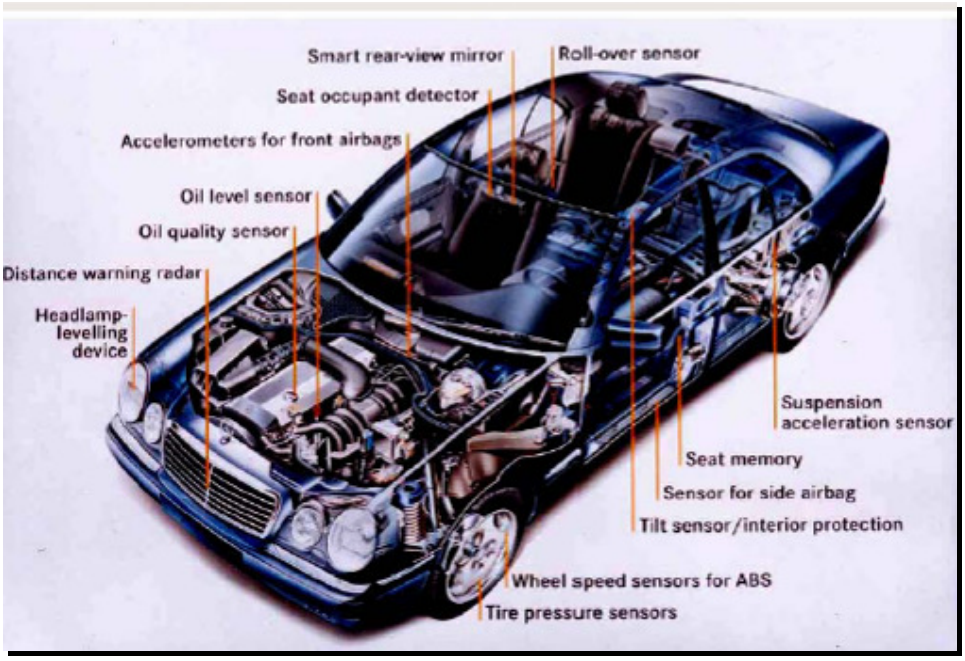


FIGURA 35 – SENSORES AUTOMOTIVOS

FONTE: Disponível em <http://www.lsi.usp.br/~gongora/Sensores_Automotivos/MST-Automotivo%20%202005.pdf>. Acesso em 11 set. 2011.

2.2.6.3 Atuadores

Um atuador é um mecanismo para mover ou controlar um mecanismo ou sistema. É operado via uma fonte de energia, normalmente corrente elétrica, fluido hidráulico ou pressão pneumática e a converte em movimentos mecânicos. São usados por todo o veículo e o seu funcionamento é muito simples. O atuador do destravamento das portas, por exemplo, funciona como um pequeno motor elétrico que gira uma série de engrenagens e servem como um redutor. A última engrenagem impulsiona um conjunto de engrenagens de pinhão e cremalheira, que é conectado à haste do atuador. O rack converte o movimento de rotação do motor no movimento linear necessário para mover o bloqueio.

FIGURA 36 – ATUADOR DE TRAVAMENTO DAS PORTAS

FONTE: Disponível em <http://auto.howstuffworks.com/power-door-lock3.htm>. Acesso em 28 jun. 2011.

O atuador da FIGURA 36 pode mover o gancho para a esquerda ou direita. Ele é montado verticalmente no veículo para que possa mover o gancho para cima ou para baixo. Faz exatamente o mesmo trabalho que o dedo humano faria, caso um usuário fosse travar ou destravar as portas.

2.2.7 Sistemas Elétricos Elementares

Um veículo possui sistemas eletrônicos simples e também sistemas eletrônicos complexos. Nesta seção, foram reunidos sistemas que são fundamentalmente mecânicos, porém têm sistemas elétricos comandados pelo usuário que os credenciam a aparecer neste trabalho.

2.2.7.1 Limpeza dos Vidros

Embora pareça simples, o sistema limpador dos vidros (FIGURA 37) "é um dos sistemas eletromecânicos mais complexos do veículo. A sua concepção e desenvolvimento devem garantir além da correta funcionalidade e durabilidade, o atendimento à legislação." (GUIMARÃES, 2007, p. 85). Isso porque o sistema limpador dos vidros é um item de segurança do veículo, ou seja, não deve apresentar falhas por ser necessário justamente em momentos de dificuldade e com pouca visibilidade. Além disso, seu funcionamento deve passar despercebido pelo motorista. Ou seja, se os ocupantes do veículo não o percebem, ele apresenta bom desempenho.

Espera-se que o sistema inteiro suporte variações de temperatura, pressão, condições climáticas e de uso (alta velocidade, por exemplo). Seus componentes metálicos, plásticos e de borracha devem resistir ao trabalho quando exigidos.

Os limpadores cominam duas tecnologias mecânicas para realizar a tarefa ao qual é exigido:

- Um motor elétrico e uma engrenagem fornecem energia aos braços;
- Um braço metálico converte a rotação do motor para o vai-e-vem dos limpadores do para brisa.

Dentro do conjunto da engrenagem existe um circuito eletrônico com sensor que percebe se o conjunto braços/palhetas está na posição de repouso e corta a potência fornecida pelo motor, até o próximo acionamento da chave seletora.

Os primeiros sistemas de limpadores de vidros eram manuais e o ocupante o movimentava com o auxílio de um braço de dentro do veículo. Atualmente, os limpadores trabalham inúmeras vezes, em velocidades elevadas de operação e seus componentes devem garantir o bom funcionamento em diferentes situações.

Além de toda a garantia de seu bom funcionamento, os sistemas limpadores de vidros devem atender legislações exigentes, justamente por se tratarem de itens de segurança. Aqui no Brasil, como em todo o mundo, devem ser respeitados requisitos relacionados à área de varredura, ao funcionamento dos limpadores em altas velocidades, etc.

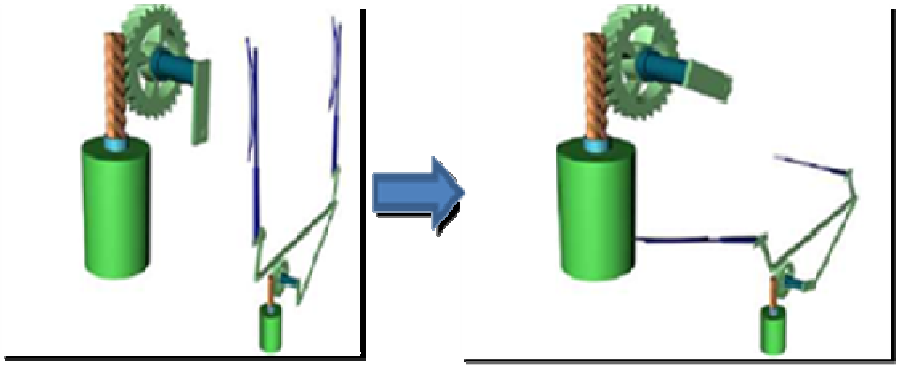


FIGURA 37 – MECANISMO DO LIMPADOR DE VIDRO

FONTE: Disponível em http://auto.howstuffworks.com/wiper1.htm. Acesso em 28 jul. 2011.

2.2.7.2 Iluminação

Os sistemas de iluminação estão inseridos “no contexto da arquitetura elétrica do veículo” (GUIMARÃES, 2007, p. 75). São sistemas baseados em conceitos mecânicos, mas que possuem chaves de controle, sensores elétrico-eletrônicos para gerenciá-los.
Os sistemas devem ser classificados em iluminação externa e interna. Resumidamente, podemos listar: luzes de posicionamento, farol de luz alta, baixa e de neblina, luz traseira, luz de freio, iluminação da placa de licença.

Os primeiros automóveis no final do século XIX, que possuíam algum sistema de iluminação, utilizavam simples lâmpadas a óleo, que geravam luzes amareladas que pouco iluminava as jornadas noturnas. Por isso, raros eram os motoristas que se aventuravam em ruas e estradas quando o sol se punha. Com o aumento da velocidade dos veículos, uma iluminação mais segura era necessária. Nos vinte primeiros anos do século XX, o acetileno[42] foi utilizado para aumentar a capacidade luminosa dos veículos, por ter uma luz mais clara. Mas o risco de explosões era alto, devido à inflamabilidade do gás; além disso, comprometia demais o consumo de combustível. Mesmo assim, durou por mais de quinze anos e se mostrava eficiente na sua proposta inicial.

Em 1898, o *Columbia Electric Car* (FIGURA 38) foi o primeiro modelo a vir com lâmpada elétrica como opcional, mas essa nova tecnologia não foi um sucesso de imediato, devido às dificuldades em se projetar dínamos pequenos e eficientes.

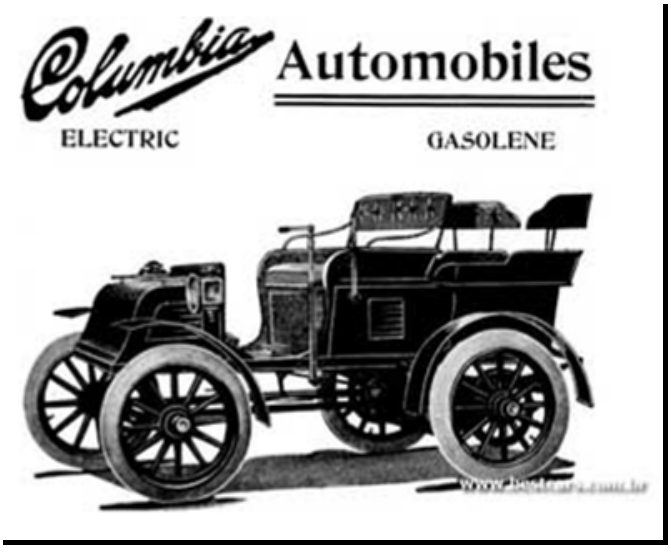


FIGURA 38 – COLUMBIA ELECTRIC CAR

FONTE: Disponível em <http://bestcars.uol.com.br/tecprep/farois-1.htm>. Acesso em 27 jul. 2011.

A *Cadillac* contribuiu muito para o desenvolvimento dos sistemas de iluminação. Em 1917, adotou um comando interno para que o motorista pudesse escolher entre o facho alto e o baixo de luz, sem que precisasse descer do veículo para tal. Os faróis de neblina

[42] O acetileno é o mais simples hidrocarboneto da classe dos alcinos, constituido por dois carbonos e dois hidrogênios (C_2H_2).

surgiriam em 1938, como novidade no mercado norte americano e dois anos depois, os faróis *sealed beam*[43] (facho selado) com o refletor, lâmpada e lente vinham integrados em uma única montagem, facilitaram o alinhamento. Por sua vez, em caso de defeito, toda a montagem deveria ser trocada.

Na Europa, popularizou-se o uso de faróis e lanternas com lâmpadas de halogênio (constituídas com filamentos incandescentes) no ano de 1961. Esse tipo de lâmpada foi proibido nos EUA até 1978, causando uma evidente separação entre o resto do mundo e os EUA, até 1983, quando era exigido o sistema selado. Isso forçou aos fabricantes europeus de lâmpadas uma produção diferenciada (FIGURA 39), caso quisessem exportar para a América, maior fabricante mundial de automóveis. Atualmente não há diferenças entre os mercados.

FIGURA 39 – DIFERENÇA ENTRE FARÓIS NO MESMO MODELO DE CITROEN SM

FONTE: Disponível em <http://bestcars.uol.com.br/tecprep/farois-2.htm>. Acesso em 22 jul. 2011.

As normas adotadas atualmente exigem que o farol de iluminação do lado que se circula (em grande maioria dos mercados, o lado direito da rodovia – países, como a Inglaterra, lado esquerdo) ilumine mais forte que o outro lado para não ofuscar a visão dos motoristas no sentido oposto.

Usado desde o Accord 1990, nos EUA, o Ford Ka, modelo 1997, estreou no Brasil uma tecnologia de facho duplo (alto e baixo) com refletores de superfície complexa em que a principal alteração, era o uso do próprio refletor com lente lisa, no lugar das estrias da lente, o que possibilitou a redução das dimensões da peça. Esses refletores organizam os fachos de luz, através de numerosos prismas para obter uma excelente definição mesmo na posição baixa, não obrigando os motoristas a utilizar o facho alto com frequência.

[43] No Brasil, conhecido popularmente como “silibim”. Utilizado nos EUA até 1983.

O material mais comum usado atualmente é o policarbonato, por ser um plástico leve, resistente e transparente.

2.2.7.2.1 Evolução das Lâmpadas

Dizia uma reportagem da edição de Dezembro de 1968 da Revista Quatro Rodas, que o Volkswagen 1600 era apresentado como o "irmão maior do Fusca, em que os faróis são retangulares e as lanternas traseiras se acendem automaticamente ao ser engatada a marcha à ré.". Isso nos dá uma idéia, de quão recente é a evolução dos sistemas de iluminação.

O filamento de tungstênio[44] era o principal componente das lâmpadas até meados da década de 1980. Essa tecnologia foi por muito tempo utilizada, porém era pouco eficiente na produção de luz em relação ao consumo de energia, podendo causar também escurecimento do bulbo pela liberação do próprio tungstênio. O escurecimento foi resolvido com a adoção das lâmpadas de halogênio[45] (iodo), assim como houve melhora na relação luz por Watt consumido.

Esse tipo de farol ainda ilumina todos os automóveis que não possuem o farol de xenônio, que fornece uma luz muito mais branca e é mais eficiente. Para efeito de comparação, a TABELA 4 apresenta as principais diferenças entre os dois modelos de faróis usados atualmente.

TABELA 4 – COMPARAÇÃO ENTRE LÂMPADAS DE HALOGÊNIO E XENÔNIO

Tipo de Lâmpada	Fluxo Luminoso (Lumens)	Potência Elétrica Consumida (W)
Xenônio	2800 a 3500	35 a 38
Halogênio	700 a 2100	40 a 72

FONTE: Disponível em http://bestcars.uol.com.br/tecprep/farois-3.htm. Acesso em 22 jul. 2011.

Devido a sua alta intensidade luminosa, a legislação européia exige o uso de corretor automático de altura do facho, para não causar o ofuscamento. No Brasil, existe um debate sobre o uso desse tipo de lâmpada. Nos modelos já saídos de fábrica com esse

[44] Tungstênio: metal com maior ponto de fusão (3.422 ºC) em sua forma pura. Largamente utilizado em filamentos de lâmpadas incandescentes.

[45] Halogênio: série química formado pelos elementos flúor, cloro, bromo, iodo ástato e ununséptio (raro). O iodo é o único elemento não tóxico.

farol, como o Honda New Civic ou qualquer BMW e Mercedes, os faróis já vem regulados. Porém, muito proprietários instalam kits de “Xenon” em seus veículos não projetados para receber tal luminosidade, o que causa ofuscamento. Como não há regulamentação específica para esse problema, a autoridade policial pode aplicar uma multa pelo fato de o veículo estar fora de suas características originais.

Por fim, as lâmpadas de LED (*Light Emitting Diode* – ou Diodo Emissor de Luz), têm a tendência de ganhar mercado, pois são muito eficientes e compactas. Com o uso das lâmpadas de LED, os projetistas ganham liberdade no desenho do veículo o que causa um aspecto futurista. Aos poucos começa a ganhar terreno no mercado nacional, mas ainda é empregado somente em veículos de luxo, como o Audi R8.

2.2.7.3 Trio Elétrico

O sistema chamado de Trio Elétrico constitui nos seguintes componentes:

1. Alarme;
2. Travas Elétricas;
3. Levantador de Vidros.

O sistema do trio elétrico é muito difundido no Brasil por oferecer conforto aos usuários em um mercado onde não são todos os veículos que saem com esses itens. Os opcionais aqui inclusos oferecem não somente conforto, mas também segurança. Um veículo com alarme no mercado nacional pode, inclusive, baratear o seguro do veículo. Normalmente o uso do alarme pelo usuário, aciona os outros dois itens, fazendo com que a porta trave eletronicamente e os vidros subam também ao toque do botão do alarme.
A título de curiosidade, em países com baixos índices de violência patrimonial, o comportamento percebido é diferente ao do consumidor brasileiro. O alarme não é um item largamente solicitado no momento da compra. Na Europa, as travas elétricas são largamente solicitadas devido ao conforto que traz ao usuário, assim como os vidros elétricos também. Esses, porém, são muito mais solicitados nos vidros dianteiros.

2.2.7.3.1 Alarme

Basicamente, o sistema de alarme tem como função principal proteger o veículo e o seu interior de furtos e roubos. Os fabricantes utilizam sensores[46] em posições estratégicas para monitorar os locais mais "vulneráveis" à ação de criminosos. Os sinais dos interruptores e dos sensores são lidos por um módulo eletrônico que processa as informações recebidas e determina se o alarme sonoro do veículo deve ser disparado. A FIGURA 40 apresenta os dispositivos envolvidos quando o alarme dispara.

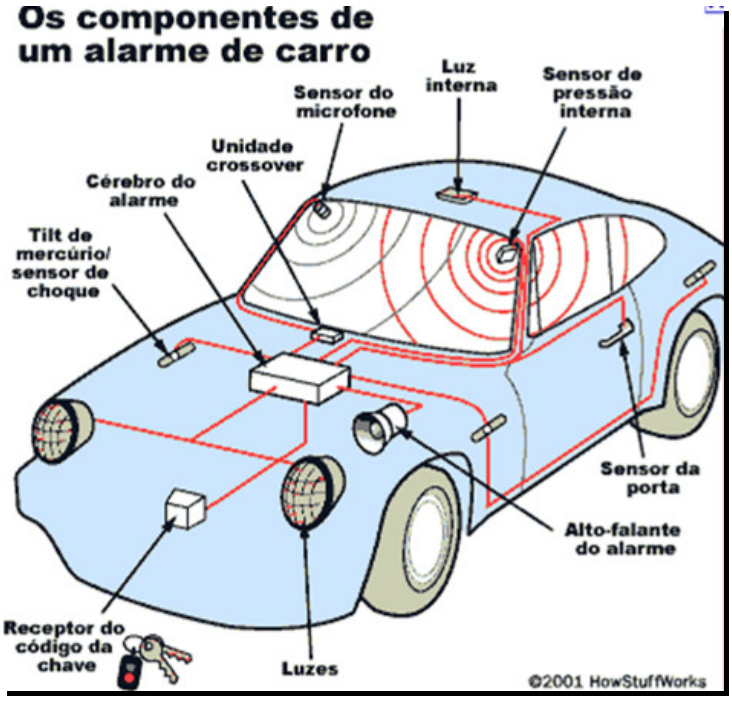


FIGURA 40 – ALARME AUTOMOTIVO

FONTE: Disponível em <http://carros.hsw.uol.com.br/alarmes-dos-carros.htm>. Acesso em 28 jul. 2011.

Os sistemas de alarme dos carros mais modernos são sofisticados a ponto de garantir uma proteção teoricamente alta. Esses sistemas são compostos por:

- Uma série de sensores que podem incluir interruptores, sensores de pressão e detectores de movimentos;
- Uma sirene, muitas vezes capaz de criar vários sons para que você possa escolher um personalizado para seu carro;

[46] Os sensores utilizados pelo sistema de alarme são: sensores da porta, da janela, de pressão, de movimento e inclinação

- Um receptor de rádio para permitir controle sem fio a partir de um chaveiro;
- Uma bateria auxiliar para que o alarme possa funcionar mesmo se a bateria principal for desconectada;
- Uma unidade de controle que monitora tudo e soa o alarme.

2.2.7.3.2 Travas Elétricas

Guimarães (2007, p. 112), diz na seção dedicada a esse tema que as travas elétricas são "módulos eletromecânicos formados por pequenos motores elétricos e algumas engrenagens", instaladas nas portas do veículo. Essas engrenagens são responsáveis pelo travamento e pelo destravamento.

Esse mecanismo deve ser muito eficiente e confiável, pois será utilizado milhares de vezes durante o ciclo de vida do automóvel. O trabalho é feito por atuadores que recebem informações dos sensores e enviarão os sinais aos módulos instalados para executar o comando solicitado.

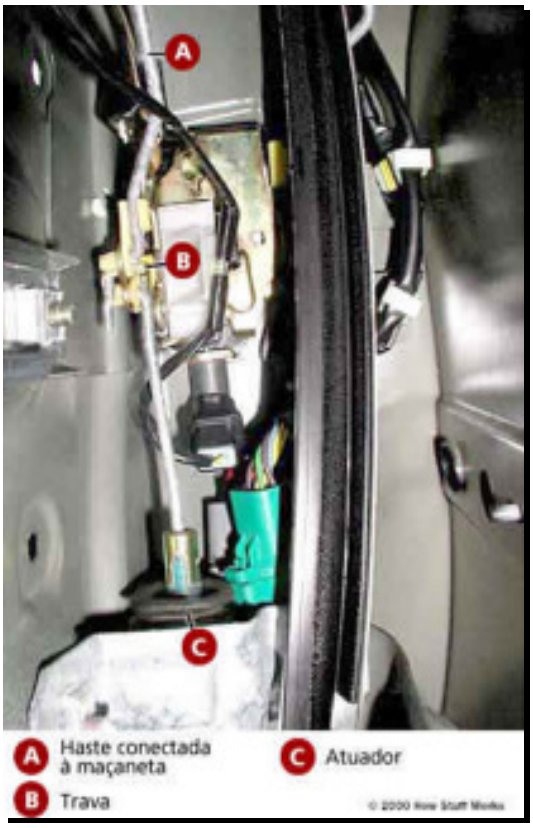


FIGURA 41 – SISTEMA DE TRAVA EM UMA PORTA

FONTE: Disponível em <http://carros.hsw.uol.com.br/travas-eletricas2.htm>. Acesso em 28 jul. 2011.

Na FIGURA 41, o atuador (C) está posicionado abaixo da trava (B) e estão conectados por uma haste. Para que o sistema funcione, outra haste deve estar conectada à maçaneta (A) da porta. O resultado é que o atuador move a trava para cima, esta conecta à maçaneta e a porta se abre. Para fechar, o mesmo procedimento é utilizado.

Na seção 2.2.6.3 deste trabalho, já foi apresentado o funcionamento do atuador de travamento das portas. O veículo possui normalmente, além do atuador nas portas, três outros atuadores no sistema de travas elétricas: atuador da portinhola de combustível, atuador da tampa traseira e atuador de destranca do porta-malas.

Os sistemas mais modernos possuem também a funcionalidade de *crash sensor*, onde o módulo que controla o sistema, ao detectar uma colisão, libera as portas para evitar que possíveis vítimas fiquem presas dentro do veículo.

2.2.7.3.3 Levantador de Vidro

Os sistemas levantadores de vidro (FIGURA 42) são sistemas eletromecânicos responsáveis pela abertura ou pelo fechamento dos vidros, acionados por mecanismos com motores elétricos.

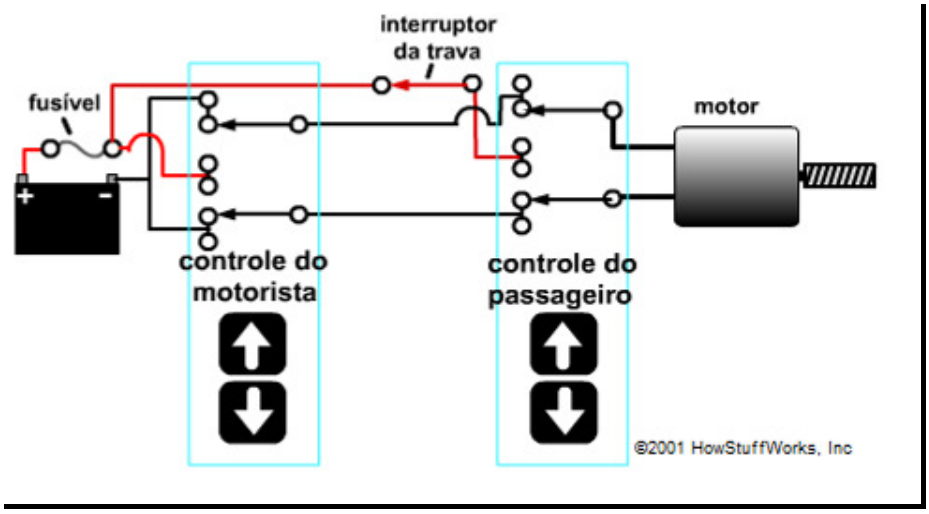


FIGURA 42 – CIRCUITO SIMPLES DE VIDRO ELÉTRICO

FONTE: Disponível em <http://carros.hsw.uol.com.br/vidros-eletricos2.htm>. Acesso em 11 set. 2011.

Historicamente existiram dois sistemas usados nos automóveis: o mecanismo pantográfico, em que o pinhão do motor de acionamento move um segmento de engrenagem ligado ao mecanismo pantográfico e que caiu em desuso, e o mecanismo de cabo de tração, em que uma espécie de pequena engrenagem acionada pelo motor move o mecanismo do cabo de tração. Esse é o sistema mais empregado atualmente e que ainda tem grande limitação de espaço (região das portas) e, por isso, exige um motor plano.

Em seu livro, Guimarães (2007, p. 117), lista quatro funções básicas desse sistema nos automóveis de passeio:

1. Fechamento automático – *comfort closing*: Comando que fecha todas as janelas no momento em que o veículo é travado. Deve estar integrado ao sistema de travamento das portas e alarme.
2. Subida e descida expressas – *express up and express down*: permite a subida e a descida das janelas com apenas um toque no interruptor de comando. Útil principalmente na janela do motorista.
3. Proteção antiesmagamento – *pitch protection*: Reverte o sentido de deslocamento das janelas quando elas forem fechadas e algo obstruir seu caminho, como uma mão, por exemplo.
4. Alívio interno de pressão – *internal pressure relief*: Comando que abre em poucos centímetros a janela de uma das portas, para que alivie a pressão nos ouvidos ao fechar as portas com todas as janelas fechadas.

Há veículos de luxo que permitem a abertura e o fechamento dos vidros das janelas e também do teto solar, somente com o uso do controle do alarme[47], por exemplo: Volkswagen Jetta e Audi A3.

2.2.7.4 Ar condicionado

Os sistemas de calefação e de climatização em um veículo buscam proporcionar conforto e um ambiente livre de fadiga ou estresse, principalmente, para o motorista, assim como também têm a função de auxiliar a manter uma boa visibilidade nas janelas e pára-brisas.

---

[47] Para saber mais: Disponível em < http://www.myturbodiesel.com/1000q/a5/open-remote-window.htm>. Acesso em 31/07/2011.

Os aparelhos de ar condicionado automotivos (FIGURA 44) possuem um compressor que, quando solicitado pelo usuário, é acionado pelo motor (BOSCH, Manual de Tecnologia Automotiva, p. 953). Na seqüência, o compressor age sobre o fluido refrigerante[48] que ainda está em estado gasoso. Uma vez aquecido, o refrigerante é levado ao condensador para resfriar e retornar ao estado líquido. Toda a energia gerada nesse processo é liberada no ambiente.

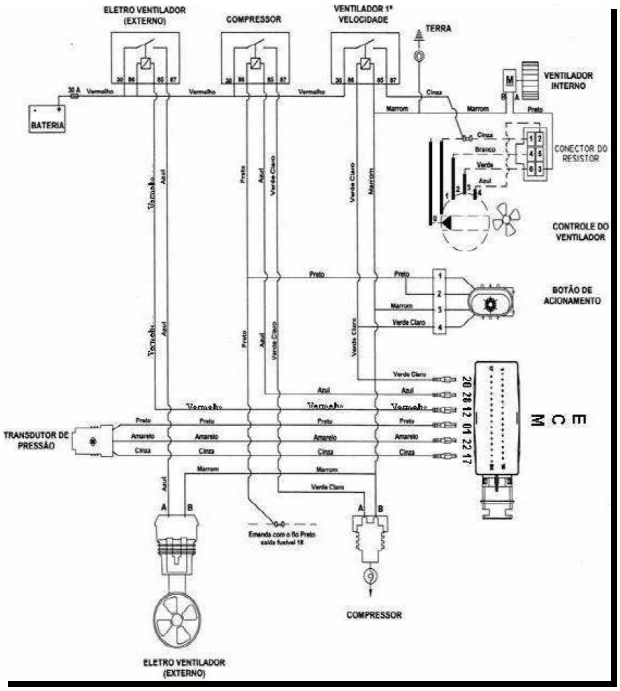


FIGURA 43 – ESQUEMA ELÉTRICO TÍPICO DE UM SISTEMA DE A/C

FONTE: SENAI, São José, SC. Apostila do Curso de Ar Condicionado Automotivo, 2009, p. 100.

Ao sair do condensador o fluido agora no estado líquido, mas ainda sob elevada pressão, passa por um filtro chamado de "Filtro Secador" cuja função é reter partículas de impureza, impedindo que as mesmas danifiquem outros componentes do sistema, além de absorver a umidade presente no fluido. Uma vez limpo, o fluido, ainda líquido, é direcionado para a válvula de expansão onde ocorre uma brusca variação de pressão e conseqüente queda de temperatura, etapa conhecida como expansão, que transforma o líquido em gotículas. Essas gotículas percorrerão o caminho entre o filtro secador e a

[48] Desde 2001, utiliza-se no Brasil o fluido refrigerante R134-A, tido como ecológico devido às suas características físicas, termodinâmicas e por não afetar a camada de ozônio, em substituição ao fluido R12, que contém em sua composição o CFC, danoso à camada de ozônio. Para saber mais: Disponível em <http://www.tecumseh.com.br/imgs/publicacoes/bit10.pdf>. Acesso em 11/09/2011.

saída do painel de instrumento. O ar resfriado que os ocupantes sentirão é a mistura dessas gotículas e o ar externo puxado pelo ventilador do painel, que cederá calor ao fluido formado pelas gotículas.

FIGURA 44 – PAINEL DO AR CONDICIONADO DIGITAL

FONTE: Disponível em <http://www.noticiasautomotivas.com.br/ar-condicionado-do-carro-como-o-utilizar-corretamente-e-garantir-bom-funcionamento/>. Acesso em 12 ago. 2011.

A maioria dos veículos atuais possui controles automáticos de temperatura, tecnologia que facilita a correta distribuição da climatização (FIGURA 45), principalmente em veículos com carrocerias maiores. Uma regulagem automática com programas pré-selecionados é capaz de manter adequadamente a temperatura interna, o volume e a distribuição do ar. Quem faz essa regulagem automática é a unidade de controle eletrônico (ECU) que registra todos os fatores relevantes de influência e interferência como também a temperatura pré-selecionada pelos ocupantes.

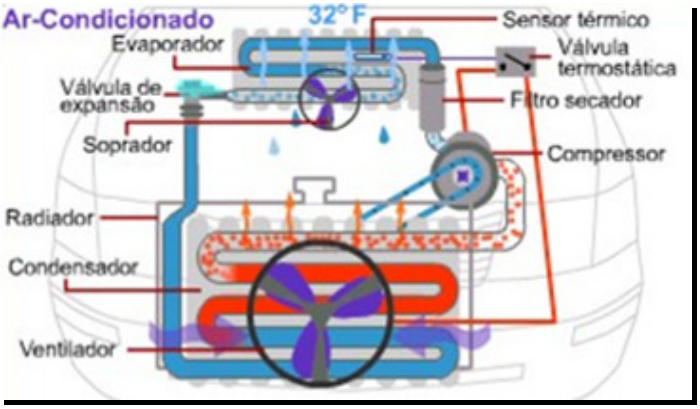


FIGURA 45 – COMPONENTES DO SISTEMA DE AR CONDICIONADO AUTOMOTIVO

FONTE: Disponível em <http://www.hotmastersound.com.br/ar-condicionado-automotivo.html>. Acesso em 11 set. 2011.

Essas informações inseridas pelos ocupantes são freqüentemente comparadas pela ECU a um valor teórico t_i que geram variáveis de referências usadas como base para a regulagem dessa calefação, do fluxo de ar. É importante destacar que todos os circuitos de controle podem ser alterados e ajustados manualmente. Esse valor t_i é o que determinará quantos graus centígrados o sistema automatizado do ar condicionado, resfriará ou não o interior do veículo.

Por fim, existem três níveis diferentes de programação no fluxo de ar dos veículos: desembaçador, central e área dos pés. Esses níveis podem ser ajustados pelo simples movimento ou toque nos botões do painel de instrumentos do veículo. O nível desembaçador se diferencia por exigir o ajuste da calefação em seu valor máximo para apressar a remoção de gelo ou da condensação criada por temperaturas internas muito diferentes da externa, o que provoca a falta de visão no pára-brisa.

2.2.7.4.1 Evolução

De acordo com historiadores, a primeira pessoa que se tem notícia a pensar no uso da refrigeração como auxílio em manter alimentos conservados foi Francis Bacon[49], em 1626 (SOARES, V. R. G., 2009, p. 8). Ele realizou uma experiência com uma galinha enterrada na neve para ver se isto a preservava. Francis não chegou a viver mais tempo suficiente para ter respostas científicas de seu experimento, já que somente com a invenção do microscópio, em 1863, os cientistas puderam estudar as bactérias, enzimas e fungos que agem sobre os alimentos. Após esses experimentos, somente em 1913 apareceram os primeiros refrigeradores manuais e em 1918, os elétricos. O compressor hermético, capaz de aumentar a pressão de um fluido gasoso, chegou ao mercado em 1926 e, desde então, a refrigeração se espalhou pelo mundo inteiro.

---

[49] Francis Bacon, Londres, 22 de Janeiro de 1561 — Londres, 9 de Abril de 1626, foi um foi um político, filósofo e ensaísta inglês, barão de Verulam (ou Verulamo ou ainda Verulâmio), visconde de Saint Alban. É considerado como o fundador da ciência moderna.

É considerado um esboço do primeiro aparelho de ar condicionado, um equipamento patenteado em 1897 por Joseph McCreaty, que foi denominado "lavador de ar", que nada mais era que um sistema de resfriamento baseado no borrifamento de água nos ambientes. O controle humano do ambiente viria a se tornar realidade em 1906, quando o engenheiro norte-americano Willis Haviland Carrier[50] construiu um dispositivo que fazia o ar frio circular por dutos de uma fábrica de papel na cidade Nova York. Essa experiência ajudou a empresa a não perder mais matéria prima, devido à absorção de umidade pelo papel, provocado pelo ambiente quente.

Baseado em suas experiências anteriores e diante do sucesso delas, Carrier arrecadou cerca de US$32.000,00 para fundar sua empresa em 1915, a Carrier Engineering Corp., juntamente com outros seis jovens engenheiros[51], e que ficou especializada em produzir aparelhos que condicionavam o a. Com o passar os anos, a empresa ganhou importância nos EUA.

A partir desses eventos, cronologicamente ocorreram evoluções nos EUA: a primeira residência a ser equipada com aparelhos de ar condicionado, em 1914, foi uma mansão na cidade de Minneapolis; em 1922, Carrier equipou o Metropolitan Theatre de Los Angeles, em 1928 a Câmara dos Deputados e, por fim, como marco importante, o Senado e a Casa Branca em 1930. A década de 1930 também ficou marcada pelo sistema "*Wheatermaster*", desenvolvido por Carrier e que possibilitou o uso dos aparelhos de ar condicionado em arranhas-céu, por usar um eficiente sistema de dutos interligados.

O pioneirismo nos automóveis começou com o modelo Packard 1939 V-12 com 175 HP (FIGURA 46). Já o início da produção regular em uma montadora, foi em 1954, na Pontiac. Nessa época, os aparelhos ocupavam grandes dimensões dentro dos veículos, assim como custavam quase um quarto do valor de cada unidade, e que hoje o custo do sistema de climatização automotivo gira em torno de 6 a 7% (SENAI – Apostila do Curso Ar Condicionado Automotivo, p. 9, 2009).

[50] Willis Havilland Carrier, Nova York, 26 de Novembro de 1876 – 7 de Outubro de 1950,

[51] Os sócios de Carrier eram: J. Irvine Lyle, Edward T. Murphy, L. Logan Lewis, Ernest T. Lyle, Alfred E. Stacey, Jr., and Edmund P. Heckel

FIGURA 46 – 1939 PACKARD TWELVE - 1º VEÍCULO A TER AR CONDICIONADO

FONTE: Disponível em <http://www.richcars.com.br/antigos/Packard_1939.asp>. Acesso em 11 set. 2011.

Como mencionado na seção 2.1.1 A história do automóvel no Brasil, o primeiro modelo de carro nacional a trazer ar condicionado foi o Itamaraty, feito pela Willys em 1966. Mas os aparelhos sempre estiveram presentes em veículos mais sofisticados.

Segundo SOARES (2009, p. 36), o ar condicionado vem sendo usado em um número cada vez maior de automóveis. Vários fatores têm influenciado este aumento. Além do preço mais baixo, a questão do conforto também faz o motorista preferir enfrentar o trânsito sem ter de suportar o desgaste com o calor tropical típico de boa parte do nosso país, o barulho ensurdecedor dos grandes centros urbanos, já que nesse caso, as janelas podem ficar fechadas. A FIGURA 47 representa um sistema típico de um ar condicionado automotivo.

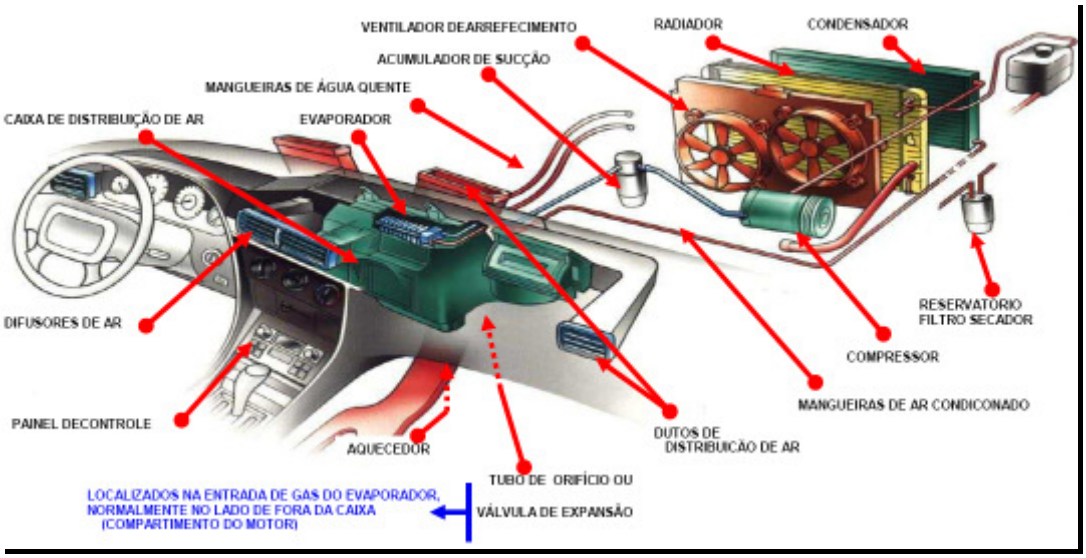


FIGURA 47 – POSICIONAMENTO DE ALGUNS COMPONENTES DO AR CONDICIONADO

FONTE: SENAI, São José, SC. Apostila do Curso de Ar Condicionado Automotivo, 2009.

Esse cenário começou a mudar também nos primeiros anos do século XXI, devido à forte concorrência no mercado brasileiro, o que forçou as montadoras a adicionarem itens aos veículos como forma de conquistar mais compradores.

2.2.8 Módulos Eletrônicos

Todos os veículos fabricados atualmente possuem módulos eletrônicos microprocessados, denominados:

- Electronic Control Units – ECU's, ou Unidades de Controle Eletrônico – UCE's
- Electronic Control Modules – ECM's, ou Módulos de Controle Eletrônico – MCE's

As ECU's ou ECM's monitoram, controlam e permitem realizar o diagnóstico do veículo os serviços oferecidos pelas montadoras para o cliente final. As ECU'scontrolam as entradas, as saídas dos sinais elétricos dos sistemas embarcados e gerenciam os protocolos de comunicação responsáveis pela sinergia entre os módulos utilizados nos veículos.

Os módulos são semelhantes a computadores convencionais, pois possuem microprocessadores e programas gravados em suas memórias e, dependendo do estado de suas entradas e saídas, o software decide qual decisão tomar.

As entradas podem ser digitais ou analógicas; assim como suas saídas também tem os dois tipos de leitura. As saídas digitais enviam sinais para atuar nos dispositivos embarcados, que podem ser uma lâmpada, um relé ou até mesmo um motor elétrico e as saídas analógicas, que podem variar a forma de atuação sobre os dispositivos. O software é fundamental para o funcionamento dos módulos eletrônicos e tem três passos principais na sua concepção, fabricação e posterior funcionamento:

- O **firmware** – onde o fornecedor grava na memória interna as rotinas básicas do módulo;
- A **calibração básica** – segundo estágio de preparação, em que o módulo recebe uma instrução mais específica dos engenheiros das montadoras, e
- Os **parâmetros programáveis** – gravados pelas montadoras no final da linha, com valores determinados para o módulo.

Os veículos atuais têm algumas dezenas de módulos embarcados em seu sistema. Todo e qualquer módulo pode ser chamado de ECU – *Electronic Control Unit*, ou Unidade de Controle Eletrônico. Os módulos mais comuns encontrados[52] nos veículos são (GUIMARÃES, 2007, p. 101):

- *Engine Control Module* (ECM): Módulo de Controle do Motor – que controla todas as funções do motor do veículo;
- *Body Control Module* (BCM): Módulo de Controle da Carroceria – é o módulo mais importante do veículo, junto com a ECM, por ser o módulo que agrega maior quantidade funções dentro do veículo. Ver seção 2.2.8.4 BCM – *Body Control Module*;
- *Sensing Diagnostic Module* (SDM): Módulo de Diagnóstico – módulo responsável por diagnósticos e pela segurança do veículo;
- *Transmission Control Module* (TCM): Módulo de Controle de Transmissão – módulo que controla todas as funções da transmissão;

[52] Nem todos os módulos eletrônicos serão detalhados neste trabalho.

- *Powertrain Control Module* (PCM): Módulo de Controle do Motor e Transmissão – módulo que controla o conjunto motor + transmissão;
- *Telematics Control Unit* (TCU): Unidade de Controle de Telemática – responsável pelas funções de navegação do veículo, GPS, rastreabilidade, entre outras.
- *Multitimer* (MT): módulo simples que é responsável pelas temporizações em um veículo, como setas, pisca alerta e limpador;

Os avanços na tecnologia digital, no processamento de sinais e nos *softwares* têm aumentado o desenvolvimento dos produtos na indústria automobilística. Estima-se que 90% de toda a inovação futura será proveniente do desenvolvimento da eletrônica nos automóveis e, desses 90%, cerca de 80% estarão baseados na evolução de novos softwares de aplicação automotiva. O grande desafio, contudo, é gerenciar a complexidade crescente nos sistemas embarcados.

A FIGURA 48, a seguir, detalha alguns dos módulos eletrônicos que podem ser encontrados em um veículo moderno.

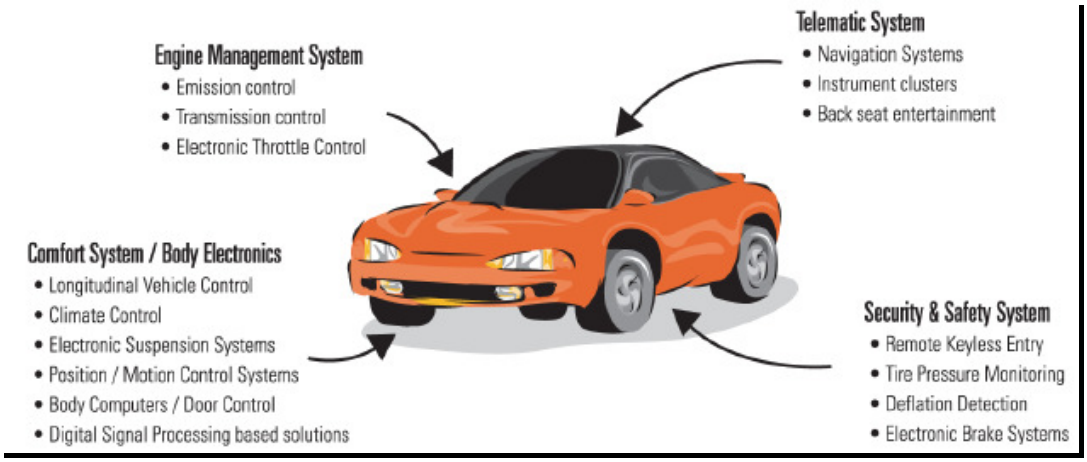


FIGURA 48 – MÓDULOS ELETRÔNICOS AUTOMOTIVOS

FONTE: INFOSYS. Automotive Embedded Systems Service. 2011.

2.2.8.1 ECM – *Engine Control Module*

A sigla ECM significa *Engine Control Module* (FIGURA 49) e é um dos cérebros principais instalados nos veículos. A ECM atua eletronicamente no motor e na

transmissão, ao controlar e melhorar a quantidade de combustível injetado no motor. Tanto o motor como a transmissão têm sensores instalados que enviam sinais elétricos à ECM que, por sua vez, os analisa, os processa e os envia de volta para os atuadores com o objetivo de controlar o motor e os pontos de troca na transmissão durante o passeio do automóvel.

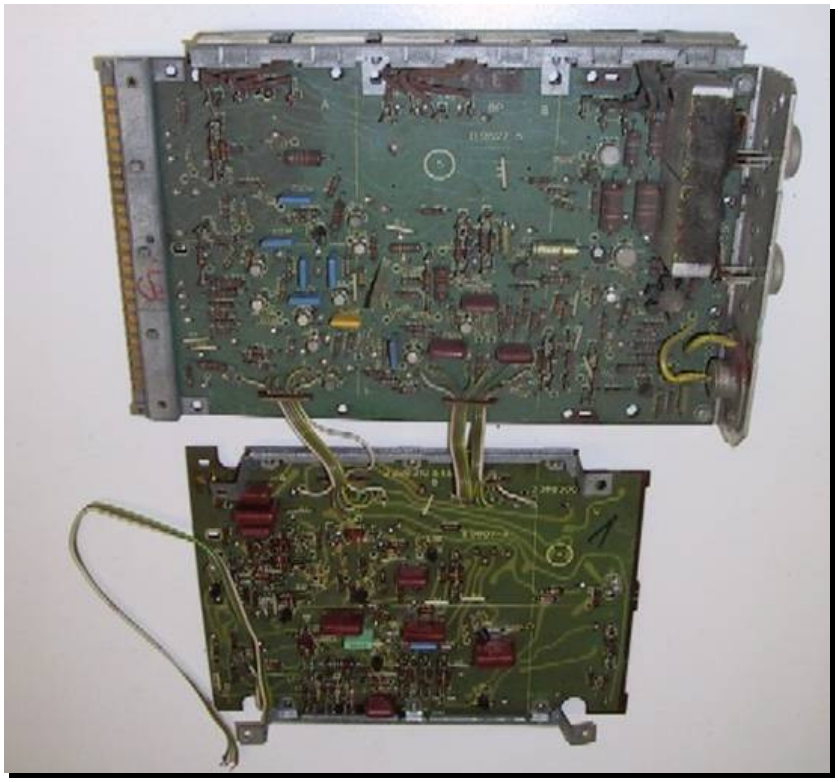


FIGURA 49 – ECM AUTOMOTIVA

FONTE: Disponível em http://members.rennlist.com/pbanders/ecu.htm >. Acesso em 31 set. 2011.

Ao contrário do que muitas pessoas podem acreditar apesar do termo “cérebro do carro”, a ECM não está conectada a todos os módulos e componentes eletrônicos presentes no veículo e sim somente ao motor e à transmissão e ao módulo da carroceria (BCM), por meio da arquitetura elétrica do veículo.

Os veículos mais modernos possuem instalados ECMs que controlam a quantidade de combustível a ser injetado na câmara de combustão e também as emissões liberadas pelo motor. Antigamente, não existiam leis que regulamentassem a quantidade permitida de partículas lançadas na atmosfera, o que gerava um cenário de veículos sem microprocessadores. Com o passar dos anos e o aumento da restrição, todas as montadoras e fabricantes de autopeças se viram obrigados a desenvolver sofisticados

sistemas de controle do motor. Esse controle atualmente permite que a mistura ar/combustível seja controlada e o conversor catalítico seja capaz de remover uma parcela significativa de poluição a ser expelida.

A ECM trabalha com dados relativamente completos, já que monitora dezenas de informações de entrada e saída, através dos sensores instalados no motor e transmissão e conectados a ela. A ECM utiliza um controle de malha fechada (*closed-loop control*) que constantemente monitora as saídas de um sistema para controlar as entradas em outro sistema e, ao recolher dados dos diferentes sensores, a ECM tem total conhecimento do que está acontecendo, desde a temperatura de resfriamento até a quantidade de emissões. Com esses dados, o módulo realiza milhões de cálculos a cada segundo para tomar suas decisões e manter o correto funcionamento do motor.

2.2.8.2 TCM – *Transmission Control Module*

O Módulo de Controle da Transmissão (TCM) é um dispositivo que controla as transmissões automáticas eletrônica. Geralmente o TCMutiliza sensores instalados nos veículos, assim como dados fornecidos pela ECM (veja seção 2.2.8.1 ECM – *Engine Control Module*) para calcular como e quando as marchas devem ser trocadas para melhorar o desempenho do veículo (melhor velocidade, economia de combustível e qualidade na troca das marchas).

As transmissões automáticas ganharam força no mercado automobilístico nacional, no final dos 1990. Nos EUA, a conversão da transmissão da mecânica para a automática ocorreu uma década antes, e o desenvolvimento levou ao cenário que temos atualmente com diversos estágios de controles de transmissão. Esses estágios comentados no parágrafo anterior permitem que os engenheiros projetem os automóveis para buscar sempre as características de transmissão mais corretas para cada aplicação.

Para se chegar aos modernos tipos de controle de transmissão automática, muitos outros sensores tiveram que ser desenvolvidos para que esse controle seja eficiente. Com o passar dos anos, sensores como o de Velocidade do Veículo (VSS) que checa a velocidade de cruzeiro, de Velocidade das Rodas (WSS), Posição da Válvula (TPS) que monitora a carga do veículo entre outros.

Muitos TCM fornecem uma saída para a ECM com o objetivo de atrasar o tempo de ignição e com isso reduzir a quantidade de combustível e a carga na transmissão durante o trajeto. Essa atividade proporciona trocas de marchas suaves, mesmo em motores com torque elevado.

2.2.8.3 PCM – *Powertrain Control Module*

O PCM, ou Módulo de Controle de *Powertrain*, é o módulo automotivo usado nos veículos motorizados que tem por principal função, controlar o conjunto "Motor + Transmissão". Possui as mesmas funções de dos módulos descritos anteriormente, ECM e TCM, inclusive sendo integrados em alguns casos. Da mesma forma, envia informações e dados para a BCM monitorar e agir quando necessário através dos dados recebidos via sensores instalados no motor, para garantir sempre a melhor relação ar/combustível em toda a faixa de operação do motor.
O módulo, além de monitorar as entradas, opera diretamente nas saídas das informações para que os sinais cheguem aos componentes de controle (atuadores, solenóides, etc..), além do controle do desempenho do veículo.

2.2.8.4 BCM – *Body Control Module*

A BCM é um componente eletrônico que verifica, regula e opera dispositivos eletrônicos por todo o automóvel. Assim como o ECM no motor do veículo, a BCM comanda o funcionamento de praticamente todos os módulos do veículo.
Nos primeiros veículos comercializados que já possuíam alguma inteligência eletro-eletrônica, esses dispositivos eram controlados por diferentes componentes elétricos, como um para o ar condicionado, outro para os faróis, outro para o travamento das portas, etc. O módulo conhecido como BCM reuniu a função de todos esses dispositivos independentes para facilitar o controle e melhorar o desempenho do sistema elétrico do automóvel. Esse módulo central fica conectado aos componentes periféricos (como lanternas, travas, chaves, limpador de vidro, etc..) por meio de uma arquitetura elétrica (ver 2.2.11 Arquitetura Elétrica do Veículo), que teve que ser redesenhada para atender

a nova realidade. Um sistema computacional central controla as entradas, como sensores de temperatura e de velocidade e saídas, como ordens ou comando para os módulos da mesma rede. Esses dados estão divididos em sinais analógicos e sinais digitais, como a pressão do óleo do motor (dado analógico) ser convertido em digital para ser mostrado no indicador do painel de instrumento e alertar o condutor que há necessidade a ser analisada naquele item.

A BCM realiza muitas funções que um computador normal executa, incluindo armazenar dados em uma memória volátil, chamada de memória RAM – *Random Access Memory*, assim como também envia e recebe ondas de rádio. O módulo controla muitos dos sistemas embarcados no veículo, inclusive monitora alguns desses módulos a cada intervalo de tempo pré determinado pelo projeto do veículo. Ou seja, há módulos que não precisam necessariamente enviar dados a todo o momento para a BCM, e sim em intervalos regulares. Isso é importante, pois não sobrecarrega a rede de comunicação do veículo, permitindo que outras informações possam circular.

Quando a BCM detecta algo de errado, envia um pedido de confirmação para o módulo que não está respondendo e, caso não obtenha resposta, um DTC – *Diagnostic Trouble Code* é criado e a BCM passa a agir no módulo defeituoso para corrigir o problema.

2.2.8.5 ESC – *Electronic Stability Control*

O Controle Eletrônico de Estabilidade (ECS) é a tecnologia projetada para auxiliar o motorista a manter o controle do veículo durante manobras de emergência, que poderiam causar acidentes ao tentar evitar um obstáculo. Mudanças bruscas de direção e freadas repentinas podem fazer com que o veículo perca a estabilidade e venha a ficar incontrolável. O ESC (FIGURA 50) também gera auxílio ao motorista que passa por superfícies escorregadias ou quando atinge algum obstáculo na pista, como uma pedra, por exemplo.

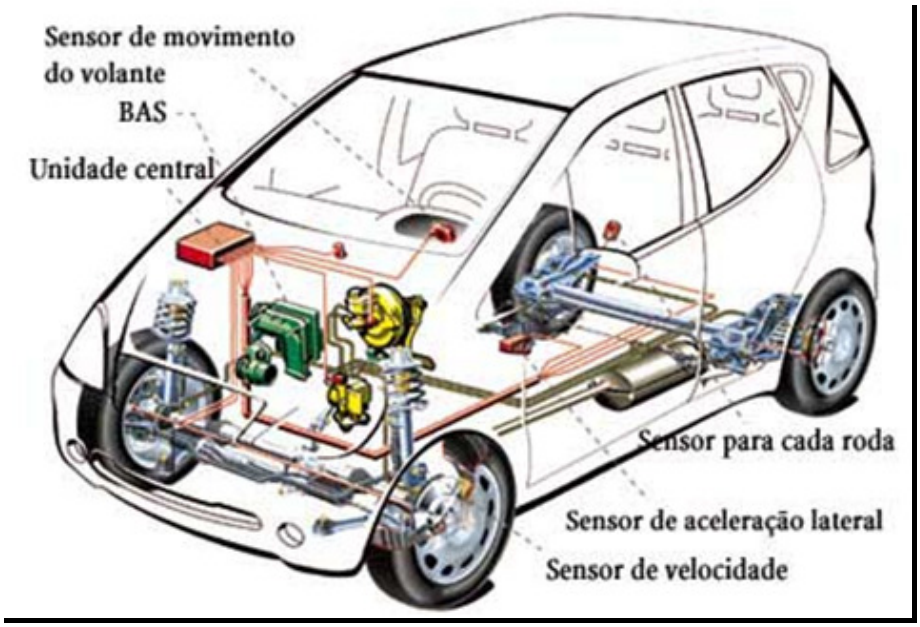


FIGURA 50 – COMPONENTES DO ESC

FONTE: Disponível em <http://bestcars.uol.com.br/tecprep/esp-1.htm>. Acesso em 21 set. 2011.

Os veículos que possuem essa tecnologia a bordo possuem um módulo instalado que monitora continuamente a atividade do volante e a direção que o veículo segue, por meio de sensores nas rodas e sensores de ângulo de direção. Todo o sistema trabalha continuamente e age ativando o freio em uma das rodas ou até quantas rodas forem necessário para manter o controle do veículo.

Diversos estudos internacionais mostraram que o uso do ESC tem o potencial de reduzir acidentes fatais de trânsito envolvendo perda do controle da direção nos veículos leves em cerca de 20 a 40%. O Departamento de Transporte do Canadá[53] indica que o ESC pode evitar aproximadamente 29% dos acidentes fatais.

Um sistema de controle da estabilidade do veículo deve ter os seguintes atributos, entre outros:

- Aumentar a estabilidade direcional do veículo ao aplicar e ajustar os torques nos freios individualmente para corrigir as forças que causariam o momento *yaw*[54] no veículo;
- Ter um controle eletrônico que limite a perda de traseira do veículo;

[53] Transport, Infrastructure and Communities Portfolio of Canada. Disponível em <http://www.tc.gc.ca/eng/menu.htm>. Acesso em 21 set. 2011.

[54] O momento yaw é um tópico da disciplina Dinâmica Veicular e pode ser entendida rapidamente como a força que causaria o "rodopio" do veículo. O famoso termo "rodou na pista".

- Possuir uma taxa que monitore os sinais vindos do controle da direção feito pelo motorista;
- Contar com um algoritmo que meça as necessidades instantâneas do veículo e possa modificar o torque do motor, por exemplo, para auxiliar o motorista a manter o controle do veículo.

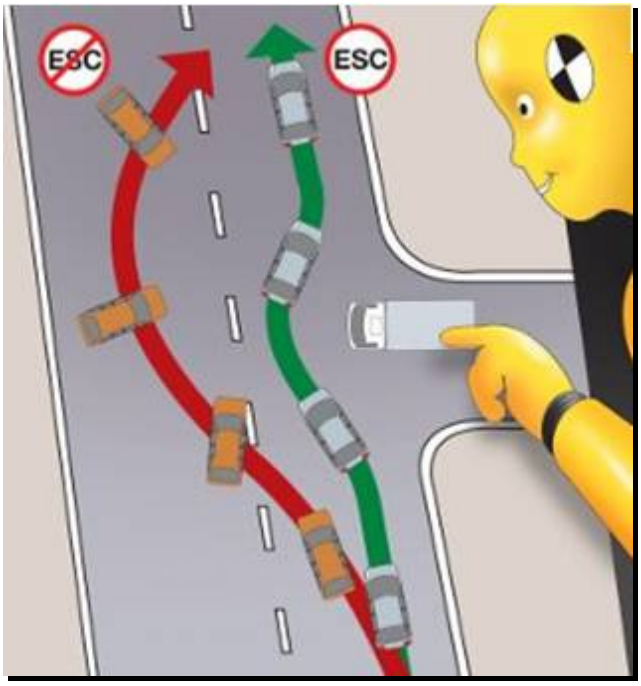


FIGURA 51 – TRAJETO DE UM VEÍCULO COM E SEM ESC

FONTE: Disponível em <http://www.cardealersireland.net/be-sure-to-buy-with-safety-in-mind/>. Acesso em 21 set. 2011.

O ESC ainda é uma tecnologia recente na indústria automobilística. Segundo Mário Coutinho (Portal *Best Cars Website*), sua primeira avaliação foi na superfície de um lago congelado, em 1995. Os especialistas, ao testarem o carro equipado com o revolucionário sistema, ficaram impressionados com a dirigibilidade apresentada pelo automóvel, mesmo com a quase inexistente aderência entre os pneus e o gelo.

2.2.8.6 TCS – *Traction Control System*

O Sistema de Controle de Tração em um veículo é um sistema embarcado ativo de segurança em carros, que impede as rodas motrizes, ou seja, aquelas que tracionam, de

perder o contato com o solo, reduzindo o torque enviado às rodas, principalmente durante as arrancadas e curvas e foi desenvolvido com o objetivo de aumentar a segurança no trânsito. O controle de tração pode ser instalado em carros com todo tipo de tração, seja apenas nas rodas dianteiras, nas traseiras ou nas quatro rodas. O mais comum ainda são nas rodas traseiras, pois os carros mais potentes contam com essa configuração.

O controle de tração é um sistema eletrônico gerenciado por uma central que atua sobre os freios e o motor do carro (FIGURA 52). Sua característica autoblocante impede que uma roda receba mais tração que a outra, em outras palavras, perca tração ao girar em falso, sem obter aderência para empurrar o carro para frente. Os sensores dos freios ABS identificam o momento em que a roda tende a girar em falso e imediatamente enviam essa informação para a central eletrônica, que comanda o sistema de injeção de combustível e assim passa a diminuir o fornecimento ao motor. A central também aciona o sistema de freios ABS para bloquear a roda sem tração. Com isso, evita-se que o torque seja enviado de forma desigual às rodas, permitindo um maior controle do carro em situações de baixa velocidade, principalmente no momento de aceleração nas saídas de curva. Na prática seria como se o motorista percebesse a patinagem e assim aliviasse o pé do acelerador momentaneamente para retomar a aceleração em seguida. A grande diferença é que tudo isso funciona numa fração de segundos, coisa que nem o motorista mais habilidoso conseguiria fazer com tal maestria.

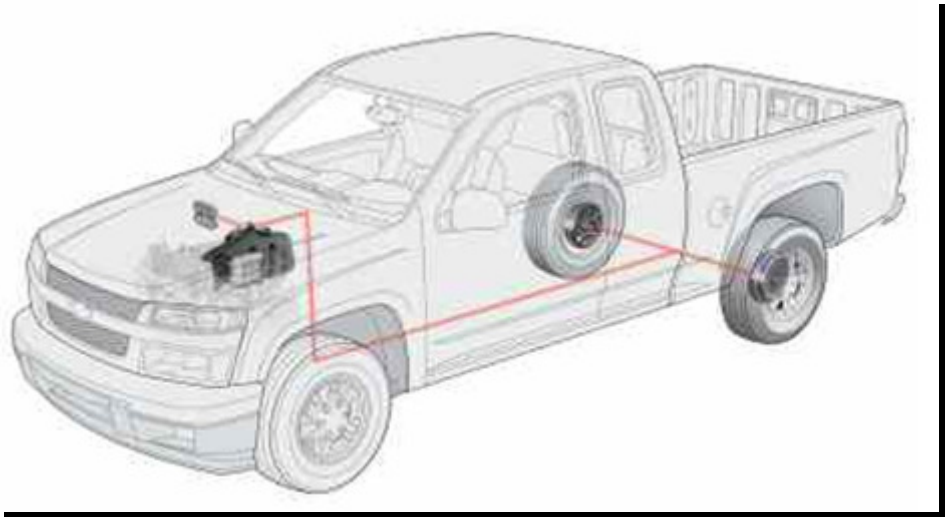


FIGURA 52 – CONTROLE DE TRAÇÃO TRASEIRA

FONTE: Disponível em Slides da apostila de Eletrônica Embarcada – Instituto Mauá de Tecnologia.

O controle de tração anda de mãos dadas com o ABS e também com o controle de estabilidade. A soma de todos esses recursos, sem dúvida alguma, proporciona enorme segurança ao condutor. Esses recursos mostraram-se tão eficientes que a União Européia vai decidiu tornar obrigatório o controle de estabilidade (ESP) em toda a Europa a partir de novembro 2011. Essa resolução foi feita em março de 2009, no Parlamento Europeu, em Bruxelas. De acordo com a comissão responsável pela norma, atualmente metade dos carros vendidos no Velho Continente são equipados com o controle de estabilidade. Com esse recurso obrigatório nos carros, o objetivo é evitar 80% dos acidentes nas estradas.

2.2.8.6.1 ABS – *Anti-Lock Braking System*

O ABS é um sistema de frenagem do veículo que diminui ou mesmo impede o travamento das rodas quando o freio é acionado repentinamente. É um sistema desenvolvido para aumentar a segurança e o auxílio do motorista em prevenção de acidentes.

O sistema de ABS atual é eletrônico que, utiliza sensores para monitorar a rotação de cada roda e a compara com a velocidade do carro. Em situações de frenagem cotidianas, o sistema ABS não é ativado. Quando a velocidade da roda cai muito em relação à do carro, ou seja, na iminência do travamento, o sistema envia sinais para válvulas e bombas no sistema de óleo do freio, aliviando a pressão. Essa operação causa uma vibração quando se "pisa fundo" no pedal do freio, o que deve ser considerado pelo motorista como operação normal do sistema.

Entender a teoria dos freios antitravamento é simples. Uma roda que desliza (a área da pegada do pneu escorrega em relação à estrada) tem menos aderência que uma roda que não está deslizando. Se você já ficou imobilizado no gelo ou na lama, sabe que se as rodas estão girando em falso, você não tem tração, o carro não sai do lugar. Isso acontece porque a área de contato está deslizando em relação ao solo. Ao evitar o deslizamento das rodas durante a frenagem, os freios antitravamento beneficiam você de duas maneiras: você irá parar mais rápido e será capaz de mudar a trajetória do carro enquanto freia.

Existem quatro componentes principais em um sistema ABS:

- Sensores de velocidade
- Bomba
- Válvulas
- Unidade controladora

A efetividade do ABS pode ser mais bem compreendida na TABELA 5, a seguir, onde se mostram as distâncias cobertas na frenagem em diferentes tipos de solo.

TABELA 5 – EFETIVIDADE DO ABS

Distância de frenagem de 80 a 0 km/h:

	rodas travadas	ABS
superfície seca	60 m	47 m
neve	68 m	79 m
gelo	270 m	419 m

FONTE: Disponível em < http://pt.wikipedia.org/wiki/Freio_ABS>. Acesso em 24 set. 2011.

Nota-se que em pedregulhos e neve forte, o ABS tende a aumentar a distância de frenagem. Esse comportamento é explicado pois, nessas superfícies, as rodas travadas escavam o solo e param o veículo mais rapidamente. O ABS impede justamente que isso ocorra.

No Brasil apenas 13% dos carros são equipados com ABS (FIGURA 53), enquanto na Europa e nos Estados Unidos o freio ABS faz parte, respectivamente, de 100% e 74% dos carros produzidos anualmente. O primeiro veículo a receber o ABS, mesmo que como opcional, no Brasil, foi o VW Santana.

> Com a chegada da versão de quatro portas no fim de 1991, vieram o catalisador e o primeiro ABS (como opcional) num automóvel nacional. No teste de novembro, QUATRO RODAS comprovou a eficiência dos freios: “Com freios normais, no seco, o carro pararia só em 70 metros. Com ABS, parou em 56,5 metros”. No piso molhado foi ainda melhor. “O ABS na pista que parecia

> um ‘sabão’ parou em 115,7 metros, mas parou. Se não tivesse ABS, levaria até o dobro, além de desgovernar-se.” (JUNIOR, L. B. Santana, muito prazer. **Revista Quatro Rodas**, São Paulo, 1991, Ed. 369, p. 32–41, abr. 1991).

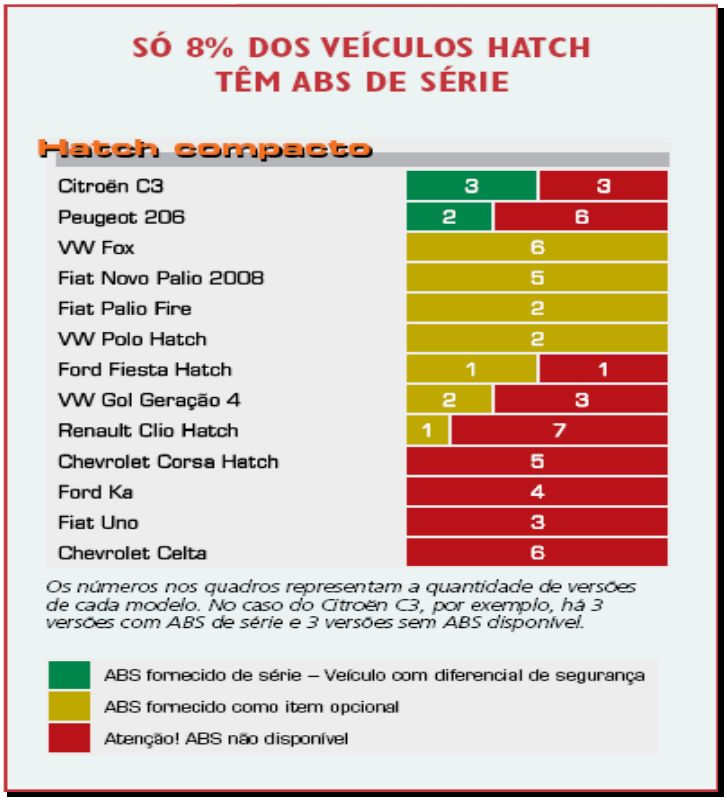


FIGURA 53 – VEÍCULOS NACIONAIS COM ABS

FONTE: SANTOS, A. C. ABS no Brasil. **Revista CESVI**, São Paulo, 2007, p. 40–44, jul-ago. 2007.

Até 2014, todos os veículos fabricados no Brasil deverão ter o sistema ABS instalado de fábrica.

2.2.8.7 SDM – *Sensing Diagnostic Module*

Os primeiros responsáveis por executar testes de segurança em veículos[55], apenas dispunham das análises físicas deixadas por esses veículos após os danos causados pela batida controlada. Marcas de derrapagem dos pneus e resquícios deixados na pista davam os diagnósticos necessários para as avaliações pós *crash test*[56].

Esses eram dados eram considerados pouco confiáveis, pois, como comentado, dependiam das impressões oculares e testemunhais dos engenheiros e técnicos

[55] Em inglês ACR – *Auto Crash Reconstructionists*.
[56] Crash Test é o termo em inglês que denomina teste de batida.

responsáveis presentes. Mesmo com menor capacidade de se obter respostas mais precisas naquela época, por volta da década de 1960, equações dinâmicas foram desenvolvidas, confirmadas e contribuíram significativamente para a evolução da "segurança veicular" no decorrer dos anos. A maior limitação, porém, era que os testes eram feitos em baixas velocidades, limitando as representações das situações reais nas vias urbanas e estradas.

No início da década de 1990, algumas montadoras instalaram equipamentos nos veículos, que prontamente foram chamados de "*black boxes*[57]",com o objetivo de acionar os airbags instalados em veículos de passageiros. No entanto, essas caixas mostraram-se incrivelmente mais "inteligentes" do que o esperado ao permitirem a análise dos dados nelas gravados e despertaram a curiosidade dos responsáveis por esses dados, tornando-se um marco para os fabricantes de automóveis nos EUA, que tinham a média anual de 18.000 *crash tests*.

Com essa nova realidade, os engenheiros puderam mudar as estratégias das barreiras a serem atingidas nos testes, passando a utilizar barreiras não somente fixas como também móveis (FIGURA 54).

FIGURA 54 – "*CRASH TEST*" LATERAL

FONTE: Disponível em <http://www.noticiasautomotivas.com.br/toyota-esta-iniciando-crash-tests-proprios-nos-eua/>. Acesso em 29 ago. 2011.

O ano de 1994 ficou marcado na evolução desses dispositivos, como o ano em que a General Motors passou a empregar nos veículos de passageiro um módulo desenvolvido em conjunto com a Delphi. A Ford passou a utilizar esses módulos em sua linha de

[57] Black Box é o termo em inglês que denomina caixa preta.

automóveis em 1997. Existem dois tipos de gravação na SDM que são capazes de monitorar os dados dos eventos: o Airbag *Non-Deployment* e o Airbag *Deployment*. Um evento *Non-Deployment* "desperta" ou aciona o algoritmo do sensor, mas permite que o airbag não seja disparado. O módulo então grava informações prévias e posteriores ao acidente e pode ter seu conteúdo apagado ou sobrescrito por outro evento com velocidades de gravação maior pela SDM ou então quando o ciclo de ignição atinge 250 vezes (normalmente 60 dias de uso). Basicamente é um monitoramento do comportamento dinâmico do automóvel, que poderia gerar risco aos ocupantes.

O segundo tipo de evento a ser monitorado pela SDM, o *Deployment*, também mantém os dados dos eventos pré e pós batida, porém tem a capacidade de armazenar até dois eventos se eles ocorrerem em um intervalo de cinco segundos entre eles. O primeiro evento *deployment* será armazenado no *deployment file*, um tipo de espaço dentro da memória do módulo, que reconhece a necessidade de disparo do airbag. E é justamente esse evento que dispara o airbag. Já o segundo evento dentro desse modo Deployment, será armazenado em um arquivo chamado de *Near Deployment*. Esses eventos uma vez acionados, não podem ser apagados ou sobrescritos, o que indica a necessidade de substituir o SDM após um acidente com acionamento de airbag.

Normalmente, os SDMs ficam instalados abaixo de um dos assentos, próximo ao console central[58] do veículo.

Para os testes feitos em laboratórios, esses equipamentos são monitorados e auxiliados por acelerômetros instalados nos veículos para que a leitura seja possível pela SDM.

No início da década 2000, diversas publicações na Europa já traziam os resultados das análises de alguns *crashes* do "mundo real", ou seja, dados de veículos vendidos comercialmente, graças a gravadores conhecidos como CPR – *Crash Pulse Recorders*.

Atualmente, as SDMs registram informações não somente após as batidas, mas também nos momentos imediatamente pré acionamento do freio ou da desaceleração do veículo: dados como a velocidade do motor e do veículo, uso do cinto de segurança, entre outros dados. Esses dados podem ser recuperados no *Event Data Recorder* (EDR – ou Gravador dos Dados do Evento), que é parte do SDM.

[58] O console central pode ser facilmente localizado, visualizando a peça plástica onde fica acomodada a alavanca de câmbio.

FIGURA 55 – SDM FABRICADO EM CONJUNTO PELA GM E DELPHI (1994)

FONTE: Disponível em <http://www.airbagcrash.com/>. Acesso em 25 ago. 2011.

Com o tempo, estes dispositivos de gravação de dados tenderão a se tornar mais capazes de gravar uma maior quantidade de dados permitindo que um menor número de questões fique sem solução, contribuindo para a constante evolução dos equipamentos de monitoramento.

2.2.8.8 TCU – *Telematic Control Unit*

A Unidade de Controle da Telemática (TCU) de um veículo é um módulo que funciona para permitir a comunicação entre um veículo e sistemas externos que monitoram, controlam e agem sobre o veículo, seja para auxílio ou mesmo proteção. É projetada para suportar altas temperaturas e vibrações, ou seja, pode ser montada em qualquer compartimento do veículo, com o intuito de dificultar a ação de bandidos interessados em desconectar esse módulo para cortar a comunicação com a central de serviços.

A TCU comanda os sinais necessários para executar as tarefas de telemática, através da rede CAN - *Controller Area Network,* através de uma nomenclatura de rede conhecida como Global A, ou seja, o módulo TCU fica conectado a um barramento com praticamente todos os outros módulos e ele "puxa" informações somente quando necessário. Isso permite aos ocupantes do veículo usufruir de toda a tecnologia e conforto que um sistema como esse gera de entretenimento (FIGURA 56).

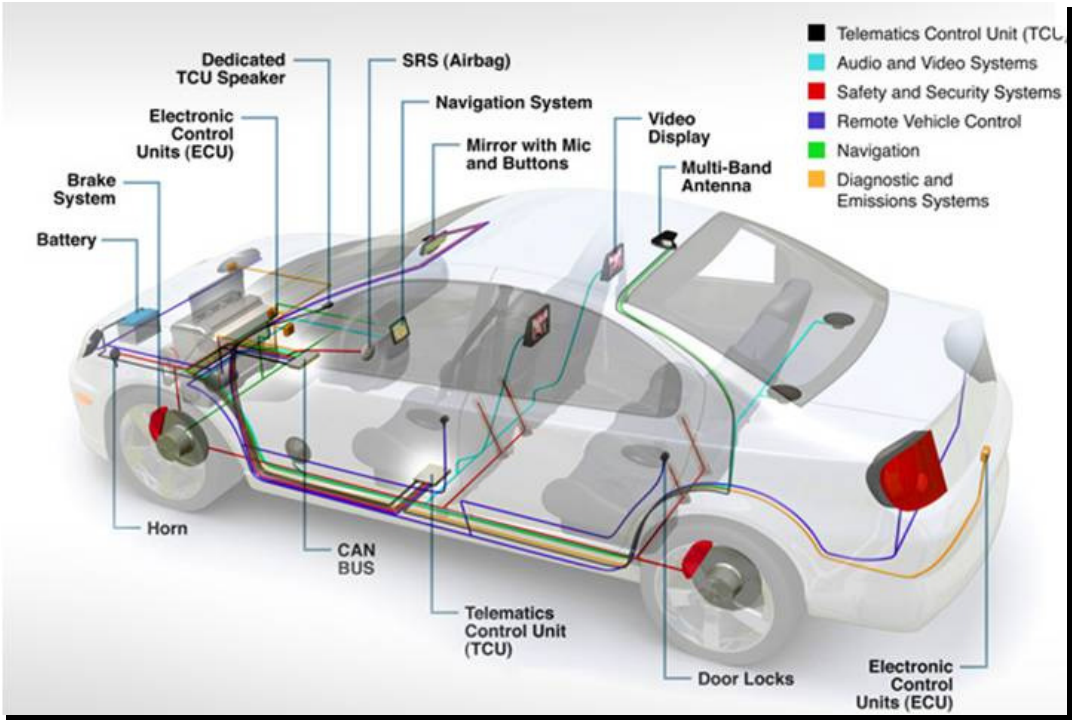


FIGURA 56 – SISTEMA DE TELEMÁTICA EM UM VEÍCULO

FONTE: Disponível em <http://telecompk.net/2009/06/30/telematics-in-pakistan/>. Acesso em 17 set. 2011.

A seguir, uma explicação mais detalhada dos sistemas embarcados destinados ao entretenimento dentro do veículo, que são controlados pela TCU.

2.2.8.8.1 Sistemas de Entretenimento – *Infotainment Systems*

Os sistemas de entretenimento (*Infotainment Systems*) de um veículo são dispositivos configurados para dar aos passageiros um ambiente mais descontraído durante o passeio. Fornecem aos ocupantes, som, vídeo e auxílio à navegação com informações complementares de rotas e pontos de interesse nos arredores de onde o veículo passa. Todo o sistema de entretenimento do veículo obedece às normas de trânsito do Código Nacional de Trânsito, que não permite, por exemplo, ao motorista assistir televisão enquanto dirige.

A simples presença desses sistemas harmoniza e relaxa os ocupantes para enfrentar longos trajetos em seus veículos. Inimagináveis no passado, hoje esses sistemas são indispensáveis para que cada montadora lance seus produtos com competitividade. Um

bom sistema de entretenimento torna o veículo atrativo e os fabricantes entenderam os recados dos consumidores: esses sistemas são sim um diferencial na hora da escolha. Cada vez mais sofisticados, a parte de *infotainment* de um veículo, que nos primeiros modelos possuíam somente o rádio, hoje possuem equipamentos como, que serão detalhados a seguir:

- Rádio
- *Telematic*
- *Rear Seat Entertainment* (RSE)

2.2.8.8.1.1 Rádio

O rádio é hoje um dos dispositivos eletrônicos que mais têm interface com o usuário de um veículo, sendo muito importante na estratégia das montadoras para vender seus produtos. Eles são anunciados com diversas funções operação e conforto, além de se destacarem atualmente pela beleza dos seus desenhos. Tudo com o interesse de atrair compradores para os produtos.

Talvez o rádio tenha sido o equipamento que mais se modernizou ao longo dos anos na indústria automobilística nacional. Desde os pioneiros aparelhos de rádio que passaram a ocupar os painéis de instrumento na década de 1960, onde a grande novidade era oferecer o rádio junto ao toca-fitas (FIGURA 57), até os dias atuais onde há sofisticados sistemas de navegação por satélite (GPS[59]) e funções de atendimento ao telefone celular (*hands free system*[60]) acoplados no aparelho, com a possibilidade de atender chamadas após a conexão via *bluetooth*[61].

[59] GPS, sigla em inglês para Sistema de Posicionamento Global.
[60] *Hands Free System* é a função que permite ao usuário do veículo atender à chamada de seu aparelho de telefone celular, sem tirar as mãos do volante. Ótimo para a segurança e conforto.
[61] O *bluetooth* é uma especificação industrial para áreas sem fio, que possibilita a conexão e a troca de informações entre diversos dispositivos eletrônicos (celular, videogames, notebooks, computadores, etc.)

FIGURA 57 – RADIO TAPE STAR 1968

FONTE: REVISTA QUATRO RODAS, dez. 1968, p. 35.

A evolução é clara, quando se entra em um automóvel nos dias de hoje e nota-se a diferença de funcionalidade e materiais empregados nos rádios atuais.

FIGURA 58 – RADIO COM NAVEGADOR INTEGRADO

FONTE: Disponível em http://www.arpem.com/coches/coches/hyundai/i-30/fotos/2009/hyundai-i-30-radio-navegador.html>. Acesso em 05 ago. 2011.

2.2.8.8.1.2 *Telematics*

Telemática é um termo definido na indústria de telecomunicações como a mistura do próprio nome telecomunicações e a informática. Essa tecnologia emprega-se em cima dos recursos utilizados como telefonia, satélites, fibras ópticas e dos computadores, softwares e dos serviços de rede prestados por empresas conhecidas como *service providers* (prestadores de serviço). Normalmente utilizam o sistema de telefonia celular (GSM, GPRS ou CDMA) para realizar o contato com essas empresas e o sistema GPS para a localização do veículo.

A tecnologia também se baseia no uso das técnicas para geração, tratamento e transmissão da informação, na qual estão preservadas as características de ambas, aliando esse conhecimento ao emprego em sistemas embarcados.

Vale lembrar que não muito tempo atrás, legislações pelo mundo exigiam que o motorista parasse seu veículo para a simples troca de estações no rádio. Obviamente, essas restrições ficaram mais brandas ao passar dos anos, com o avanço das facilidades dos equipamentos.

Quando se conversa sobre telemática, o termo atual mais comum e que se deve ter em mente é o *Human-Machine Interface* (HMI), ou "Interface Homem-Máquina". As montadoras e os fabricantes de equipamentos de telemática vêm buscando facilitar essa interface entre seres humanos e os equipamentos, a fim de expandir o uso dessa tecnologia e, efetivamente, permitir o fácil acesso aos dispositivos.

Os EUA lideram o mercado de telemática no mundo, com 13,1 milhões de veículos vendidos em 2011, com a tecnologia embarcada, e espera-se que chegue a 32,3 milhões de unidades em 2017[62]. Essa tecnologia já tem sido comercializada desde 1996, no mercado norte americano pelas montadoras Ford e GM. Aliás, muito do avanço da telemática nos EUA se deve à estratégia da GM em adotar, desde 2009, o seu módulo de telemática *OnStar* em 100% dos veículos que chegam ao mercado, o que forçou as outras montadoras a adotarem postura semelhante para não perder mercado. Recentemente, a Ford (com o seu sistema *Sync*), a Hyundai (com o *Blue Link*) e BMW (*iDrive*) e Mercedes-Benz e Lexus, com um sistema semelhante, passaram a equipar uma maior quantidade de seus modelos para não ficarem para trás.

---

[62] Para saber mais, disponível em <http://www.isuppli.com/automotive-infotainment-and-telematics/marketwatch/pages/us-continues-to-lead-oem-telematics-market.aspx>. Acesso em 26 set. 2011.

Esses sistemas oferecem, entre outros, os seguintes parâmetros ao motorista e demais ocupantes:

- Monitoramento remoto feito pelos *service providers* para, em caso de emergência, acionar o auxílio[63];
- Destravamento das portas à distância;
- Permite ao *Call Center* dar partida ao veículo para o proprietário, mediante uma prévia identificação;
- Todo tipo de assistência na cidade e na estrada;
- Facilita a comunicação pelo celular sem o uso das mãos, para que o motorista mantenha suas mãos ao volante.

A telemática é um conceito novo no Brasil em que as primeiras discussões e abordagens foram feitas no final dos 1980, como pode ser visto na FIGURA 59, a seguir.

FIGURA 59 – PREVISÃO – SISTEMA GPS NO SÉCULO XXI

FONTE: REVISTA QUATRO RODAS, Mar. 1987, p. 38.

O apelo ainda não é grande no país, inclusive em que grande parte da população desconhece o próprio termo. A resolução nº 245, do Conselho Nacional de Trânsito (Contran), decretada em 2007, obrigará todos os veículos a saírem de fábrica com o chamado kit de "Prevenção, Fiscalização e Repreensão ao Furto e Roubo de Veículos e Cargas", ou seja, um equipamento antifurto que monitorará em tempo real a posição do veículo. Esses aparelhos terão a capacidade, inclusive, de rastrear e bloquear o veículo à distância, caso algo de anormal seja detectado em sua rota ou posição. Especialistas

[63] No caso de uma colisão em que os ocupantes possam ficar desacordados, já existem serviços em que o *Service Provider*, recebe a informação do acidente e entra em contato com o veículo imediatamente. Em caso de não obter reposta dos ocupantes aos chamados, o auxílio é enviado ao local, determinado pela localização do veículo.

dizem que os seguros de carros podem ter seus preços reduzidos quando essa tecnologia estiver em vigor, já que o rastreamento será facilitado.

Essa resolução passará a vigorar tão logo os testes feitos na parceria entre Governo Federal e montadoras apresentarem confiabilidade. Além do equipamento embarcado, toda a infra-estrutura necessária para monitoramento deve ser confiável e robusta, parta evitar equívocos.

Espera-se que com essa prática em vigor, o mercado de telemática no Brasil tenha um avanço e possa se equiparar a mercados já consolidados, como EUA, Europa e Japão. Nestes países, os ocupantes podem programar os passeios, à medida que avançam pelas ruas, pois podem acessar informações repassadas em tempo real de lugares interessantes, como restaurantes, teatros, bares e cinemas.

A evolução da telemática tem ocorrido em um curto espaço de tempo. Como mencionado anteriormente, os primeiros sistemas chegaram ao mercado no final da década de 1990 e têm crescido em investimentos e abrangência nos produtos (FIGURA 60).

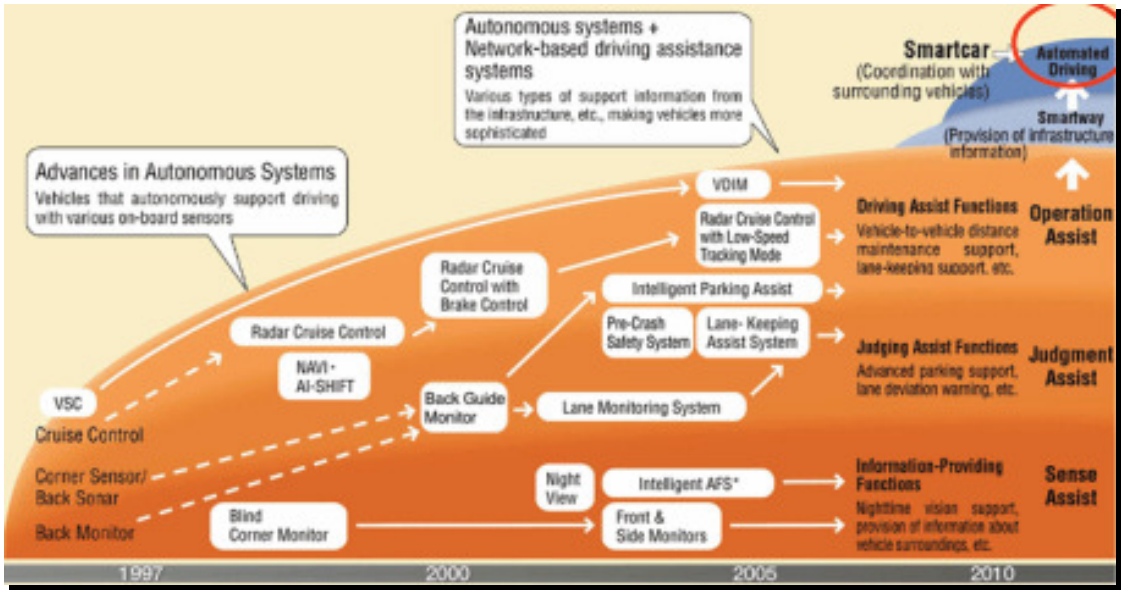


FIGURA 60 – AVANÇOS NA TELEMÁTICA AUTOMOTIVA

FONTE: Toyota website.

Atualmente, já são oferecidos muitos serviços inovadores aos ocupantes, como acesso a aplicativos de mensagem instantânea (*RSS feeds*), aos ambientes mais populares da internet como o Google *Street View*, *Local Search*, etc.. Os próximos passos não serão

fáceis para os fabricantes, visto que as tecnologias atingiram um nível de confiabilidade e familiaridade com os usuários (como o reconhecimento de voz para dar partida ao veículo), fazendo com que os fabricantes tenham que inovar para continua na disputa pelo mercado.

Atualmente, os engenheiros estão trabalhando na implantação de veículos capazes de realizar o reconhecimento de voz e que podem ser comercializados em um futuro próximo. Exemplos de projetos são o *Contextual Voice Recognition*, que permite ao usuário que converse normalmente dentro do veículo, enquanto o software reconhece a voz cadastrada e o *Semantic Interpretation*, que ligaria o sistema de telemática sem botões, somente pela ativação vocal.

2.2.8.8.1.3 *Rear Seat Entertainment* – RSE

Os sistemas de entretenimento para os ocupantes dos bancos traseiros tem se tornado muito popular em países da Europa e na América do Norte. As vendas globais de automóveis com essas características têm aumentado consideravelmente nos últimos anos e com grandes expectativas de dobrar os números nos próximos cinco anos (FIGURA 61).

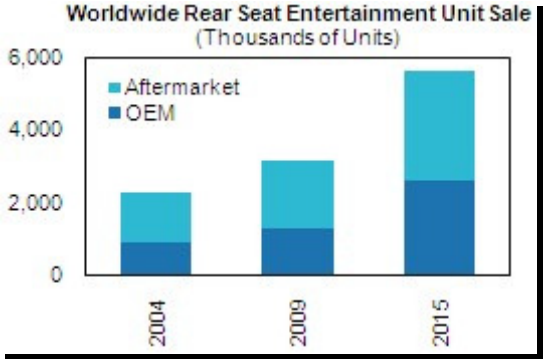


FIGURA 61 – VENDAS GLOBAIS DE *RSE*

FONTE: iSupply Press Release. Disponível em <www.isupply.com>. Acesso em 12 ago. 2011

Os primeiros sistemas RSE foram apresentados aos usuários no ano 2000, com uma tela de DVD instalado no encosto dos bancos dianteiros de uma Dodge Grand Caravan. Atualmente existem inúmeros opções de diversão, como jogos, áudio, vídeo, rádio de alta definição (HD radio), conectividade para arquivos mp3, conectores USB[64] e conexão *Wi-Fi*[65]. Somente a presença do Wi-Fi na lista de serviços oferecidos, permite aos usuários que se conectem a uma reunião enquanto viajam, ou que acessem aos *e-mails* ou façam o *download* de livros, músicas e arquivos em geral. Para um futuro próximo, espera-se que serviços como *Blu-ray* e telas de alta definição (com 1080 pixels) estejam nos modelos comercializados.

A previsão de especialistas na área, compartilhada em fóruns e sites especializados é de que o crescimento desse sistema ocorrerá muito mais rápido nos próximos anos do que nos últimos dez anos. Como o mencionado anteriormente, o *Blu-ray*, tão comum nos lares, deverá migrar para os automóveis em breve, assim como novos sistemas que aumentem o nível de entretenimento dos usuários, incluindo uma tela traseira *touch-screen* ou uma interface para conectividade com uma ampla gama de aparelhos com conexão USB. Com sistemas como esses, os passageiros dos bancos traseiros poderão assistir a filmes, navegar pela internet enquanto passeiam (FIGURA 62). Atualmente as maiores telas possuem 16.4 polegadas de tamanho, que permitem uma visão dividida, onde duas fontes de imagem podem ser utilizadas.

[64] USB significa *Universal Serial Bus* e é um tipo de conexão utilizada na informática com alta velocidade no tráfego de dados. Permite a conexão "ligar e usar", onde basta conectar o dispositivo para o início do uso.

[65] Wi-Fi (pronúncia /waifai/) é uma marca registrada da *Wi-Fi Alliance*, que é utilizada por produtos certificados que pertencem à classe de dispositivos de rede local sem fios (WLAN) baseados no padrão IEEE 802.11 9Para saber mais, disponível em <http://pt.wikipedia.org/wiki/Wi-Fi>. Acesso em 12 ago. 2011.

FIGURA 62 – SISTEMA *RSE* AUTOMOTIVO

FONTE: Volvo website.

2.2.8.8.1.4 Tecnologia *V2X* (*Vehicle to X*)

O termo V2X é uma tecnologia em desenvolvimento que permite aos veículos serem controlados eletronicamente e que interajam com outros veículos (*Vehicle-toVehicle* – V2V), com infra-estruturas (*Vehicle-to-Infastructure* – V2I) e com seres humanos (*Vehicle-to-Person* – V2P, que podem ser pessoas, ciclistas, deficientes físicos, etc). Em poucas palavras é uma tecnologia que permite aos veículos "conversarem" com outros veículos, pessoas e lugares, rodovias, por exemplo.

O principal objetivo dessa tecnologia é aumentar a segurança veicular e dar assistência aos motoristas através da integração de sistemas de comunicação sem fio, baseados no padrão *Dedicated Short Range Communications*[66] (DSRC – Comunicação com Curta Faixa Dedicada). A GM é a líder dessa tecnologia nos EUA ao coordenar em clínicas pelo país, além do desenvolvimento dos equipamentos embarcados, todo o levantamento de problemas encontrados na interoperabilidade, segurança, capacidade e locais de utilização. Ao todo, nessa fase, a GM testará oito veículos já prontos para operar na tecnologia V2V, principalmente nos testes de piloto automático.

[66] A tecnologia DSRC é utilizada na forma uma via ou duas vias de comunicação que utiliza curta ou média faixa sem fio, projetada para o uso automotivo. Desde 1999, a Comissão Federal de Comunicações nos EUA alocou 75 MHz de frequência dentro da banda de 5,9 GHz, para ser usada nos sistemas de transporte inteligente (ITS, em inglês para *Intelligent Transportation System*). Na Europa, o espectro dedicado foi de 30 MHz, dentro da mesma banda de 5,9 GHz.

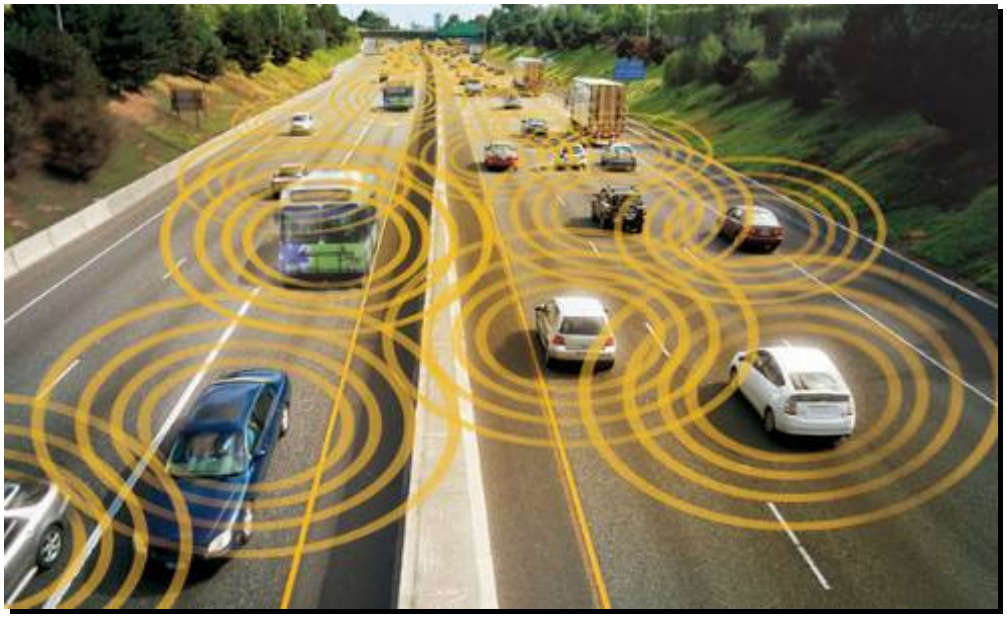


FIGURA 63 – TECNOLOGIA VEHICLE-TO-X

Os próximos passos dessa tecnologia são avançar os testes para tornarem a rede wireless mais confiáveis e que se permita o uso comercial em um futuro próximo, assim como novos serviços oferecidos como a integração de celulares com a rede Bluetooth do veículo, entre outros.

2.2.9 Painel de Instrumentos

Juntamente com o rádio, o painel de instrumentos, ou *dashboard*, é o equipamento eletrônico embarcado em um automóvel que mais interage com os ocupantes, sejam eles motoristas ou passageiros. Diz-se que o painel é um item de decisão na escolha de compra feita pelo consumidor.

É um dispositivo que reúne diversas informações relevantes sobre o veículo e que serve de verdadeiro braço direito do motorista durante o trajeto. É no painel de instrumentos que fica o *cluster*, popularmente chamado de "painel", simplesmente, tem papel essencial no dia a dia do motorista, ao informar sobre a rotação do motor, eventuais problemas no nível de óleo, quantidade de combustível no tanque, etc. O painel de instrumentos, por completo, possui, além do *cluster*, a almofada e o console vertical, que se une ao controle central e deve ter um perfeito encaixe entre essas peças para que não comprometa a qualidade final.

Ao longo dos anos, o painel de instrumentos teve incorporado funções e aparências de outras indústrias, como nos EUA no final dos anos 50, onde o *design* dos carros americanos era claramente inspirado nos aviões. Alguns veículos possuíam painéis que exibiam, orgulhosamente, conjuntos de relógios, enormes velocímetros e mostradores individuais, em uma clara referência à cabine de aviões da época.

Os primeiros painéis de instrumentos no Brasil eram simples e indicavam mecanicamente dados referentes ao motor, ao tanque de combustível e de iluminação. Segundo Guimarães (2007, p. 129), os ponteiros no *cluster* são tecnicamente chamados de agulhas (ou *needles*, em inglês) e mudam de angulação por estarem mecanicamente ligados ao motor de passos, que é controlado por um microcontrolador do *cluster*. O Chevrolet Opala 1967 possuía um painel que mostrava nada mais que velocímetro, o odômetro com a distância total percorrida pelo veículo, nível de combustível e indicação dos faróis acessos.

> "Essa última, azulada, é tão forte que ajuda os faróis altos de um carro que venha em sentido contrário a ofuscar. Tivemos que cobri-la com fita adesiva, durante o teste noturno, para evitar esse inconveniente." ([??]. O último teste do Opala. **Revista Quatro Rodas**: São Paulo, Ed. 96. p. 25, jul. 1968).

Novamente, em uma analogia ao rádio, os painéis de instrumentos foram os dispositivos eletrônicos que mais se desenvolveram em aparência, quantidade de funções e tamanhos. Nota-se essa evolução a partir da FIGURA 64.

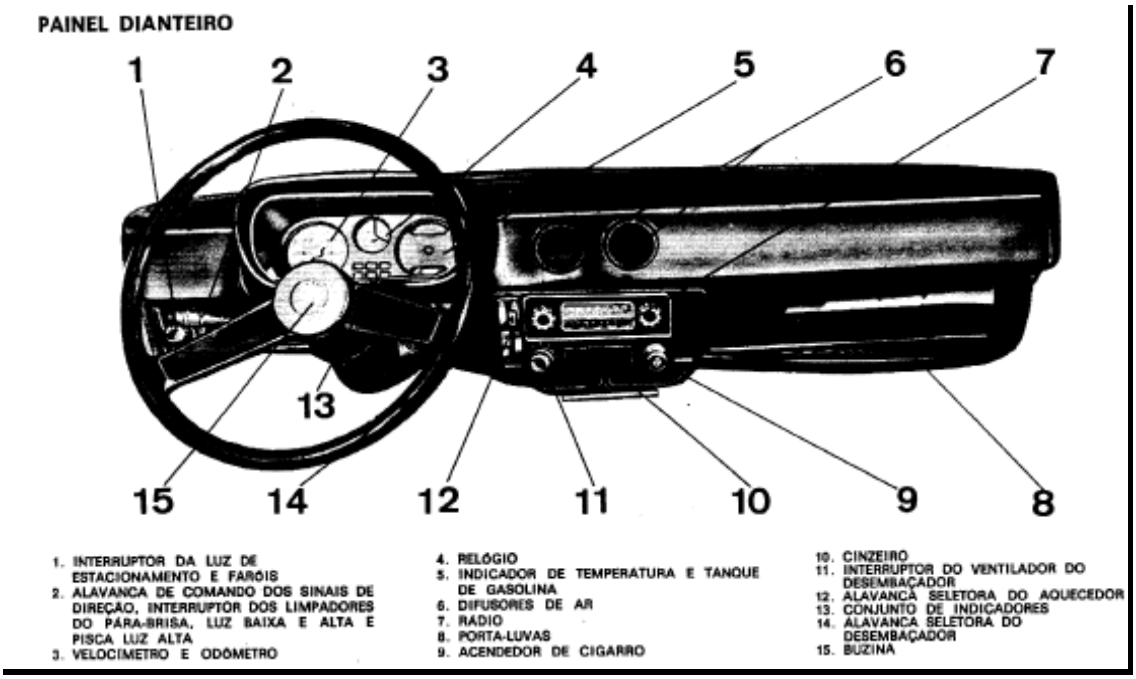


FIGURA 64 – PAINEL DE INSTRUMENTO CHEVETTE 1976-1979

FONTE: Manual do proprietário – Chevette 1976 a 1979. Acesso em 07 ago. 2011.

Atualmente, os veículos apresentam painéis integrados ao console central, muitos deles com funções de navegação acopladas e ao alcance dos olhos do motorista, principalmente, como o visto na FIGURA 65.

FIGURA 65 – PAINEL INSTRUMENTO CHEVROLET CRUZE 2012

http://carros.uol.com.br/album/carros/teste/2011/09/10/cruze-18-ecotec6.jhtm?abrefoto=10#fotoNav=14

O *cluster* é composto por uma carcaça, por uma lente, pela placa de circuito impresso e pela tampa traseira que, como o mencionado anteriormente, tem a função de exibir informações relevantes ao motorista, como situação momentânea do veículo e condições de direção.

O diagrama de blocos, a seguir, apresenta as conexões típicas de um *cluster* automotivo, com o microprocessador ao centro, em destaque, já que é esse componente que comanda toda a inteligência do equipamento. Através da rede CAN ou LIN – *Line Interconected Network*, o *cluster* se conecta com o restante do veículo e apresente ao motorista todas as informações recebidas. A FIGURA 66 apresenta um diagrama de blocos de um *cluster* automotivo em que se visualizam todos os componentes interligados ao circuito elétrico do dispositivo. Esses diagramas normalmente são feitos pelos engenheiros responsáveis pelo projeto do *cluster*, juntamente com o time de arquitetura elétrica e, claro, com o fornecedor. Serve para ter uma visão geral e simples do universo em que o *cluster* se encontra no veículo.

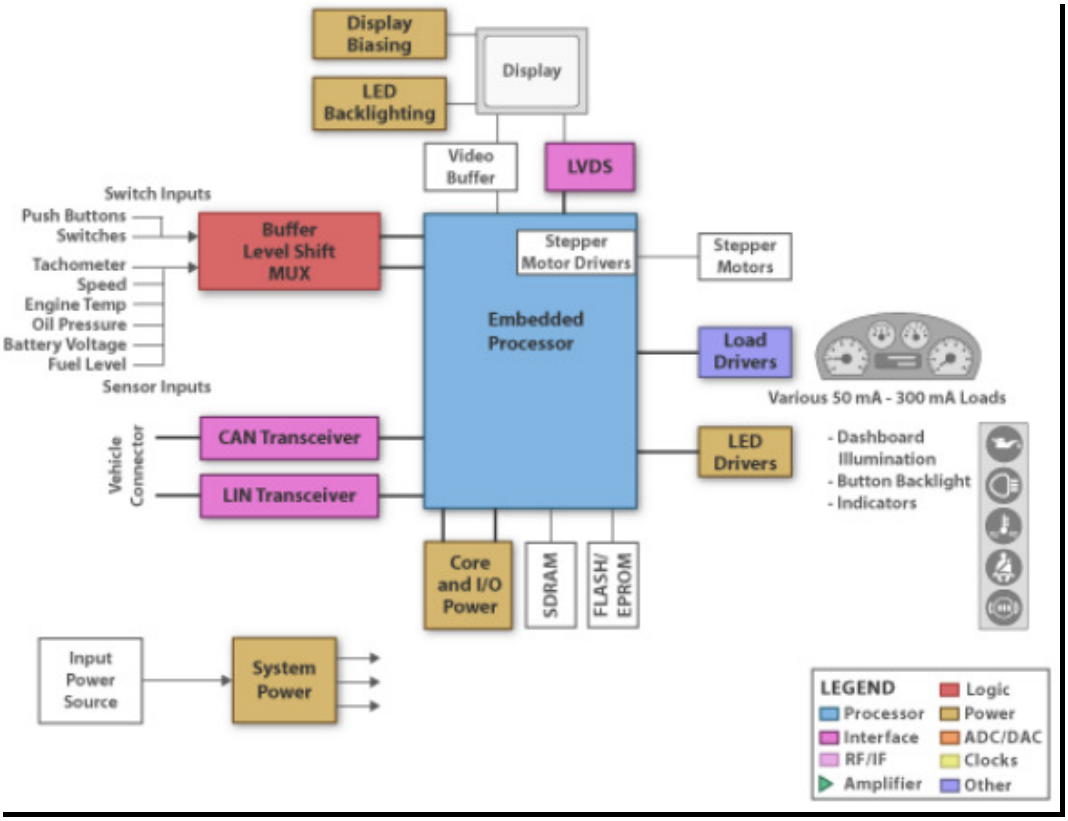


FIGURA 66 – DIAGRAMA DE BLOCO DO *CLUSTER*

FONTE: **Automotive *Clusters* Solutions**. In: Texas Instruments. Disponível em <http://www.ti.com/solution/automotive_cluster>. Acesso em 29 set. 2011.

A FIGURA 67 apresenta uma visão clara da evolução do *cluster* automotivo. À esquerda, a demonstração do *cluster* do Simca Chambord 1960 e à direita, o cluster do Ford Edge 2011. Percebe-se, de comum, a clara preocupação das montadoras em manter as informações exibidas bem visíveis nos *clusters* para que os motoristas não tenham problemas e/ou dificuldades durante o trajeto. Nota-se a evolução de ponteiros e de acabamento para as telas com LED e maior número de informações possível, graças ao aumento da quantidade de equipamentos eletrônicos embarcados nos veículos.

FIGURA 67 – EVOLUÇÃO CLUSTER AUTOMOTIVO – 1960 SIMCA CHAMBORD X 2011 FORD EDGE

2.2.10 Airbag

O airbag é uma bolsa de ar inflável que constitui um elemento de segurança no veículo e opera quando este sofre um forte impacto. É acionado eletronicamente com o auxílio de vários sensores dispostos em partes estratégicas do veículo (parte frontal, traseira, lateral direita, lateral esquerda, além de outros que ficam atrás dos bancos do passageiro e do motorista, tipo cortina no forro interno da cabina) e são acionados emitindo sinais para uma unidade de controle (ver seção 2.2.8.7 SDM – *Sensing Diagnostic Module*) que por sua vez checa qual sensor foi atingido e assim aciona o airbag mais adequado (FIGURA 68).

FIGURA 68 – AIRBAG AUTOMOTIVO

FONTE: Disponível em <http://www.noticiasautomotivas.com.br/lei-do-airbag-obrigatorio-em-2014-e-aprovada-pelo-presidente/>. Acesso em 29 jul. 2011.

Em fevereiro de 2003 um projeto de lei apresentado na Câmara dos Deputados em Brasília deu continuidade a discussões realizadas cinco anos antes, desde a alteração do mais recente Código Brasileiro de Trânsito, a respeito da obrigatoriedade do airbag em todos os veículos fabricados em solo nacional. Essa que proposta fora vetada pelo então Presidente Fernando Henrique Cardoso, sob a alegação de que não haveria tempo hábil para as montadoras instalarem esses equipamentos de segurança. Em março de 2009, o então Presidente Luiz Inácio Lula da Silva sancionou a lei que tornou o airbag item obrigatório nos carros fabricados no Brasil ou importados para o país. Portanto, a partir de 2014, todos os veículos devem estar adequados nessas condições.

Estudos feitos pela *National Highway Traffic Safety Administration* (NHTSA) mostraram que, nos EUA onde a lei obriga a utilização do airbag desde 1987, 8.369 vidas foram salvas no período entre 1987 e 2001. A FIGURA 69 apresenta o aumento das vidas salvas no período de 1991 a 2001, permitidas com a adoção do Airbag, além do cinto de segurança, elemento fundamental da segurança dentro de um veículo. Esses dados foram medidos em pessoas acima dos 13 anos de idade, considerando que crianças de até cinco anos deveriam estar posicionadas em suas cadeirinhas e que crianças maiores, de até 13 anos, não deveriam sentar-se nos bancos dianteiros, local onde o airbag mais atua.

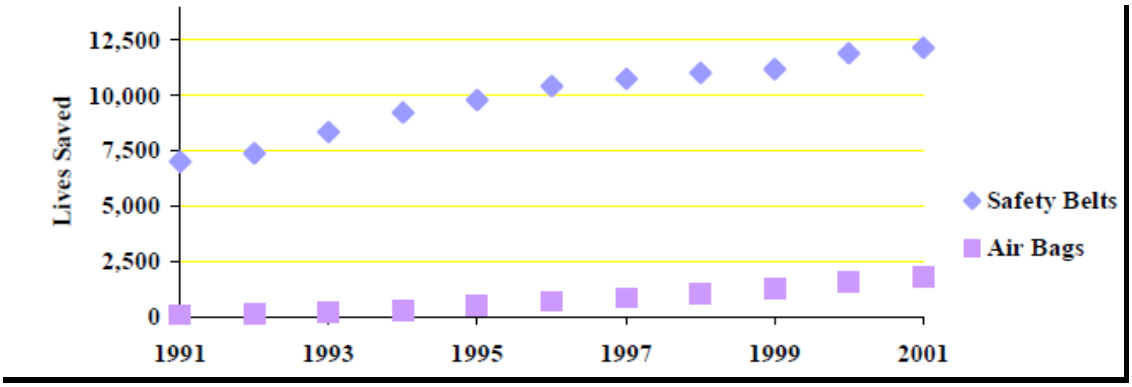


FIGURA 69 – VIDAS SALVAS PELOS DISPOSITIVOS DE SEGURANÇA NOS EUA

FONTE: Disponível em <http://www-nrd.nhtsa.dot.gov/pdf/nrd-01/esv/esv18/CD/Files/18ESV-000500.pdf>. Acesso em 22 ago. 2011.

Devido ao airbag ser considerado um dispositivo de segurança passivo, a sua taxa de efetividades apontada na TABELA 6, a seguir, reflete a proteção dada por ele no simples fato da presença do airbag, e não da sua utilização. Glassbrenner chama a atenção de que a efetividade de um sistema cinto-airbag é substancialmente menor que a eficiência da soma dos dois dispositivos usados separadamente, ou seja, 53.72% < 48% + 14%. Como conclusão, a autora do artigo comenta que os cintos e os airbags são conhecidos como sistemas de *interação negativa*.

TABELA 6 – FATALIDADES E TAXAS DE EFICIÊNCIA PARA VEÍCULOS DE PASSAGEIROS EQUIPADOS COM CINTOS DE 3-PONTOS (2000)

Belt Used?	Air Bag in Vehicle?	Age 5-12?	Effectiveness of Restraint Used	Fatalities	Lives Saved by Belts and Bags
Yes	Yes	No	53.72%	3,565	4,138
No	Yes	No	14%	3,364	548
Yes	Yes	Yes	48%	0	0
No	Yes	Yes	0%	1	0
Yes	No	No	48%	2,008	1,854
No	No	No	0%	2,893	0
Yes	No	Yes	48%	0	0
No	No	Yes	0%	2	0
				Total Lives Saved	**6,540**

FONTE: Disponível em <http://www-nrd.nhtsa.dot.gov/pdf/nrd-01/esv/esv18/CD/Files/18ESV-000500.pdf>. Acesso 22 ago. 2011.

2.2.10.1 Evolução

Podemos considerar o airbag um dispositivo relativamente novo na indústria automobilística. Os primeiros estudos para se chegar ao mecanismo de segurança que se conhece hoje datam de 1951, quando dispositivos rudimentares, que viriam a se tornar o airbag, foram testados pelo alemão German Walter e pelo americano John Hedrik, separadamente. Porém, foi o americano Allen K. Breed[67] que ostenta o primeiro registro de patente para esse dispositivo em 1961.

Já em 1971, a Ford iniciou estudos para acrescentar o airbag em seus veículos de frota nos EUA e o primeiro veículo a ter o dispositivo comercializado, foi o Oldsmobile Tornado, em 1973.

Como o mencionado no tópico anterior, os primeiros airbags ocasionalmente resultavam mortes pelo fato da bolsa inflada provocar danos ao ocupante, que fez uso do dispositivo.

No Brasil, a popularização ocorreu nos anos 2000, saindo dos veículos de luxo para se disseminar como um item de série em vários veículos mais baratos. E o já mencionado decreto federal, que passa a valer a partir de 2014, colocará o airbag em todos os veículos saídos de fábrica a partir dessa data, contribuindo para reduzir as mortes no trânsito.

2.2.11 Arquitetura Elétrica do Veículo

Um sistema elétrico é um circuito ou conjunto de circuitos que faz com que dispositivos eletrônicos (lâmpadas, motores, módulos, etc) funcionem de acordo com seus objetivos. Esse sistema desenvolve-se em quatro etapas básicas: geração da corrente, sua transmissão, sua distribuição e cargas. No entanto, a elaboração de um sistema elétrico não é algo tão simples e surge a necessidade de uma ferramenta que represente o sistema elétrico para que, orientando-se através dela, técnicos e reparadores atuem eficientemente na montagem e manutenção dos circuitos.

Para isso existem os diagramas elétricos do veículo que representam todos os componentes e conexões do sistema em uma maneira integrada e fácil de visualizar. A

[67] Allen K. Breed (1927 – 1999) é considerado o inventor do airbag moderno e um dos pioneiros em tecnologias de segurança para veículos.

arquitetura elétrica é a responsável pela definição da alocação física e lógica de toda a eletrônica embarcada (DAL POGGETTO, 2009, p. 24).

Segundo DAL POGGETTO (2009, p. 29), o ano de 1912 foi um divisor de águas para os sistemas elétricos, com a introdução do sistema elétrico de partida automática, construído pela Cadillac Motors, e que teve uma grande aceitação pelos consumidores, pois encerrava ali a necessidade de girar a perigosa e pesada manivela de partida (como mencionado na seção 2.2.4 Sistemas de Ignição). Sua arquitetura elétrica pode ser vista na FIGURA 70, a seguir.

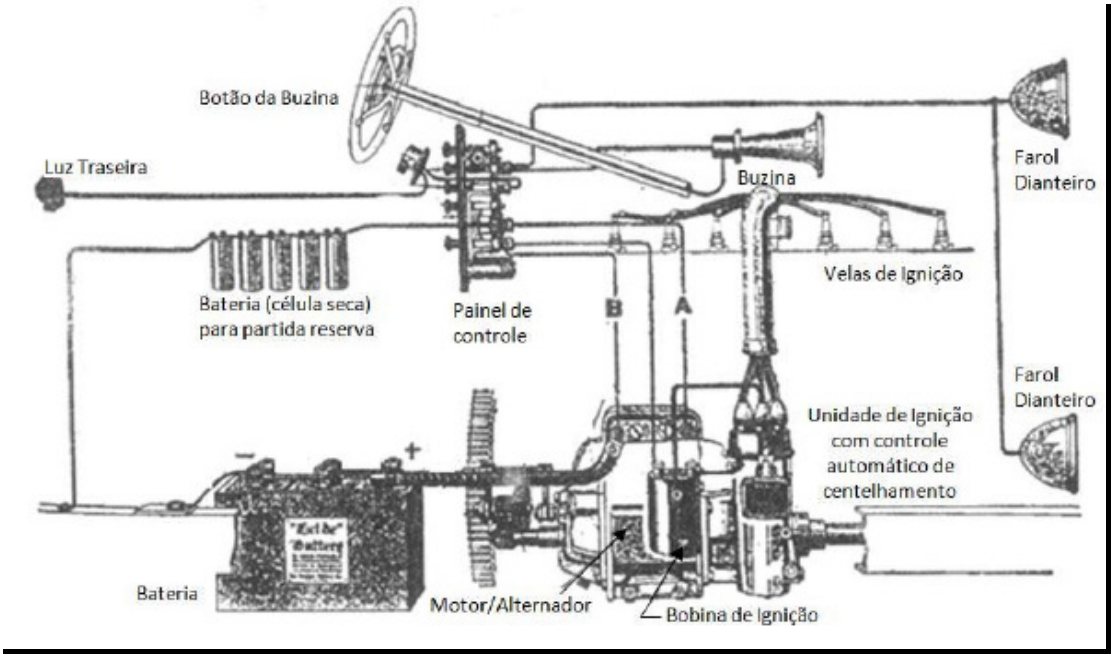


FIGURA 70 – ARQUITETURA ELÉTRICA DE UM CADILLAC (1912)

FONTE: DAL POGGETTO, G. **Critérios para seleção da arquitetura elétrica veicular em mercados emergentes**. São Paulo, 2009, p. 28.

Como todo sistema elétrico, os módulos eletrônicos dentro de um veículo precisam de uma eficiente distribuição de energia para o seu correto funcionamento. A FIGURA 71, apresenta um sistema de distribuição de energia atual, baseado na bateria de 12 V.

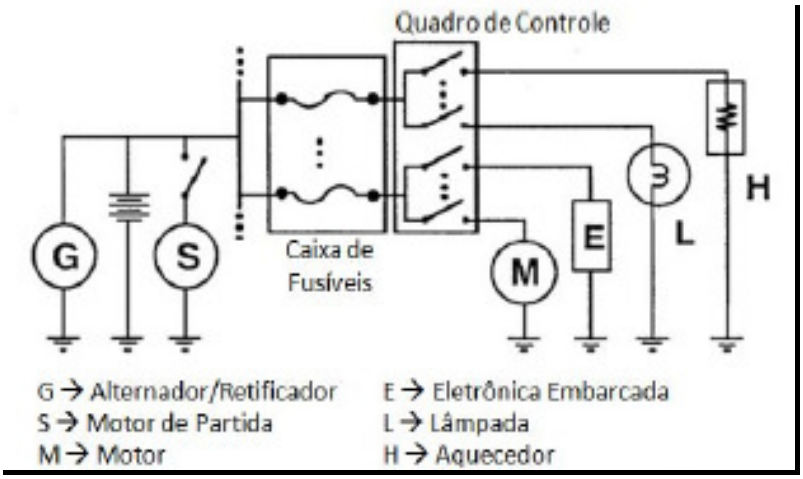


FIGURA 71 – ARQUITETURA ELÉTRICA DE UM SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DE 12V

FONTE: DAL POGGETTO, G. **Critérios para seleção da arquitetura elétrica veicular em mercados emergentes**. São Paulo, 2009, p. 37.

Segundo DAL POGGETTO (2009, p. 37), essa arquitetura ainda é um sistema fundamental para a eletrônica embarcada, que engloba o alternador, a bateria, fusíveis, relés, conectores e chicotes elétricos.

Todos os componentes devem estar preparados para operar na faixa de tensão de 6V a 15V, já que, embora a tensão nominal seja de 13,5V, existem oscilações dentro da faixa de operação devido a cargas consumidoras, temperatura ambiente e situação da bateria (estado de carga ou de uso).

O início do projeto de definição de como será a arquitetura elétrica do veículo leva em conta os seguintes aspectos:

- Componentes comuns;
- Limites funcionais e de desempenho;
- Sistemas comuns de manufatura;
- Faixa de flexibilidade dimensional;
- Conjunto de interfaces comuns que suportam as estratégias acima citadas.

Toda a especificação da arquitetura leva em conta em que segmento do mercado o veículo estará baseado. Com isso, as áreas responsáveis podem dimensionar corretamente mediante o número de componentes eletrônicos embarcados no veículo.

Atualmente, as montadoras têm suas distribuições elétricas bastante definidas, baseadas nas experiências adquiridas ao longo dos anos. A FIGURA 72 apresenta claramente a topologia de um veículo popular atual.

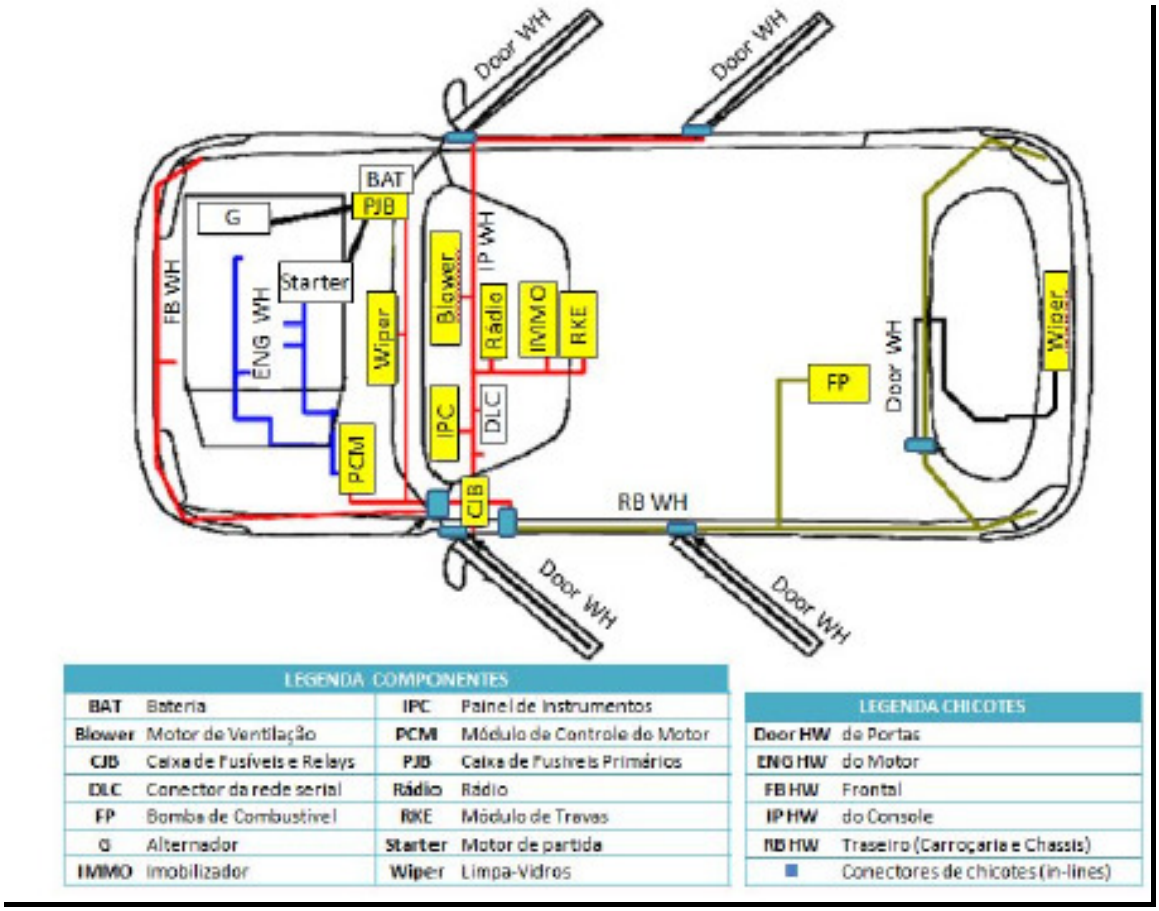


FIGURA 72 – DISTRIBUIÇÃO ELÉTRICA NO GM CELTA

FONTE: DAL POGGETTO, G. **Critérios para seleção da arquitetura elétrica veicular em mercados emergentes**. São Paulo, 2009, p. 107.

Como encerramento do capítulo, a FIGURA 73, apresenta a evolução em um automóvel moderno, onde nota-se a quantidade de itens eletrônicos embarcados no veículo, o que demanda um enorme número de metros de chicotes e o espaço para abrigar todo esse material fica cada vez menor. O grande desafio dos engenheiros de arquitetura e dos projetistas em uma montadora é encontrar o "*package*", termo utilizado para definir o posicionamento de cada módulo dentro do veículo, atrelado ao respectivo cabeamento.

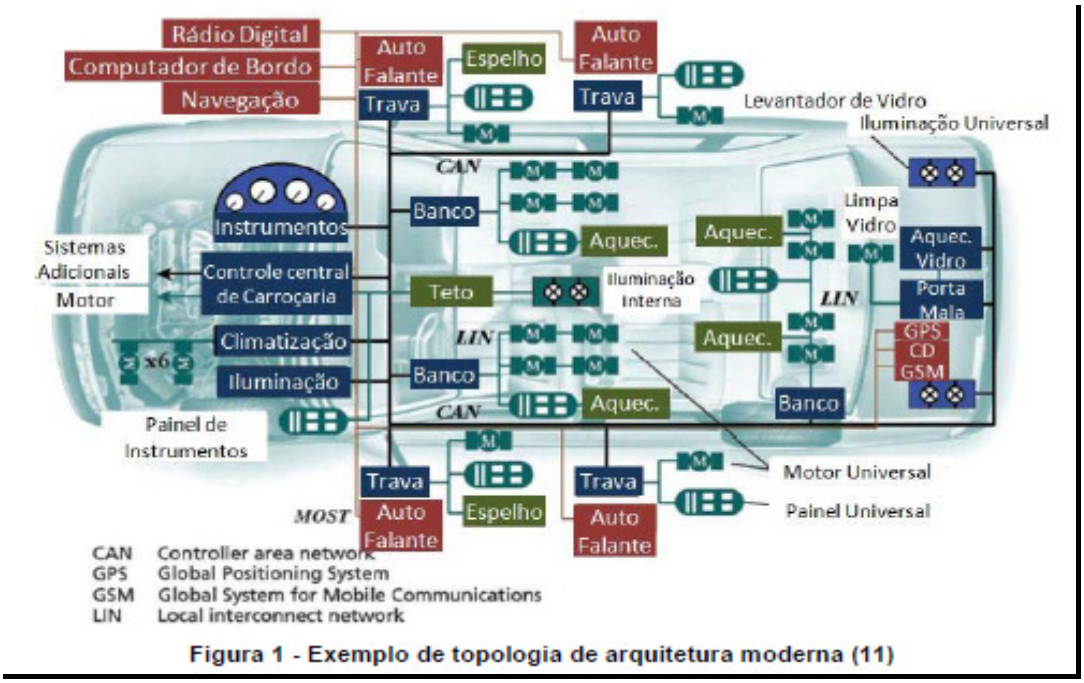


FIGURA 73 – ARQUITETURA ELÉTRICA VEICULAR MODERNA

FONTE: DAL POGGETTO, G. **Critérios para seleção da arquitetura elétrica veicular em mercados emergentes**. São Paulo, 2009, p. 107.

2.2.11.1 Sistemas *X-by-Wire*

Sistemas *X-by-Wire* são os sistemas que acionam mecanismos através de fios ou cabos. Não são sistemas novos já que temos sistemas como esses há muitos anos (iluminação, por exemplo), mas que têm se desenvolvido de maneira sofisticada, com o intuito de substituir alguns tradicionais sistemas mecânicos, hidráulicos ou pneumáticos por sistemas elétricos de fácil ajuste e monitoramento. A idéia dos engenheiros é substituir as convencionais configurações de suspensão e direção, por exemplo, pelos sistemas elétricos, mais imunes a falhas e erros humanos, além de aumentar o auxílio ao motorista quanto a esforços no movimento de esterção, por exemplo.

Para Dal Poggetto (2009, p. 42), há diversos sistemas utilizados atualmente, como o *gás-by-wire*, em que monitora a injeção eletrônica e o acelerador eletrônico, o *power-by-wire*, que atua nos sistemas de partida, as caixas de câmbio são monitoradas pelo *shift-by-wire*, além de *brake-by-wire* (ABS, EBD, TCS e ESP) e *steer-by-wire*, no controle do veículo[68].

[68] Para maiores detalhes da evolução do Sistema *X-by-Wire*, ver ANEXO B.

Os principais benefícios desses sistemas x-*by-wire* são auxiliarem o motorista na condução do veículo, maior conforto, maior segurança e até economia de combustível com manobras mais eficientes e menores perdas por resistência de rolamento.
Diversos fabricantes de autopeças, assim como montadoras de veículos pelo mundo têm desenvolvido novos sistemas *x-by-wire*, em substituição aos tradicionais sistemas mecânicos, hidráulicos e pneumáticos e a tendência é o mercado absorver ao longo dos próximos anos, todas essas novas tecnologias.

2.2.12 Veículos Híbridos

A discussão em torno do tema "Energias Renováveis" sempre alimentou debates na comunidade científica e, recentemente, virou assunto obrigatório entre pessoas que se preocupam em encontrar fontes alternativas para impulsionar a indústria automobilística moderna, sejam consumidores ou envolvidos nas empresas automobilísticas.
Sabe-se que, embora não seja um fato comprovado, os grandes vilões do aumento da sensação do efeito estufa são os automóveis. Isoladamente, a indústria automobilística tem um peso importante nessa diferença climática, juntamente com todos os outros parques industriais espalhado pela Terra. A maioria dos envolvidos na fabricação de veículos tem se preocupado em desenvolver e apresentar ao mercado, alternativas ao motor de combustão que emite gases que contribuem para a mudança climática.
Existem diversos projetos que visam tornar o automóvel uma máquina híbrida, ou seja, não dependendo de apenas uma fonte de energia para funcionar e se locomover. Para entender melhor, basicamente, um veículo híbrido é caracterizado pela combinação de duas ou mais tecnologias propulsoras, sejam elas fósseis, elétricas, mecânicas, nucleares, etc. Basta lembrar que uma simples bicicleta motorizada é um veículo híbrido, pois utiliza a pedalada do ciclista (energia mecânica) e, quando necessário, tem a opção de utilizar o motor acoplado a ela, seja ele elétrico ou a gasolina.
A maioria dos veículos híbridos atualmente tem sob os capôs uma combinação de motor a gasolina e outro elétrico. A FIGURA 74 apresenta a composição de um veículo híbrido convencional. Fica clara a combinação entre motor de combustão interna e o motor elétrico, ambos conectados à transmissão, formando o *powertrain* do veículo.

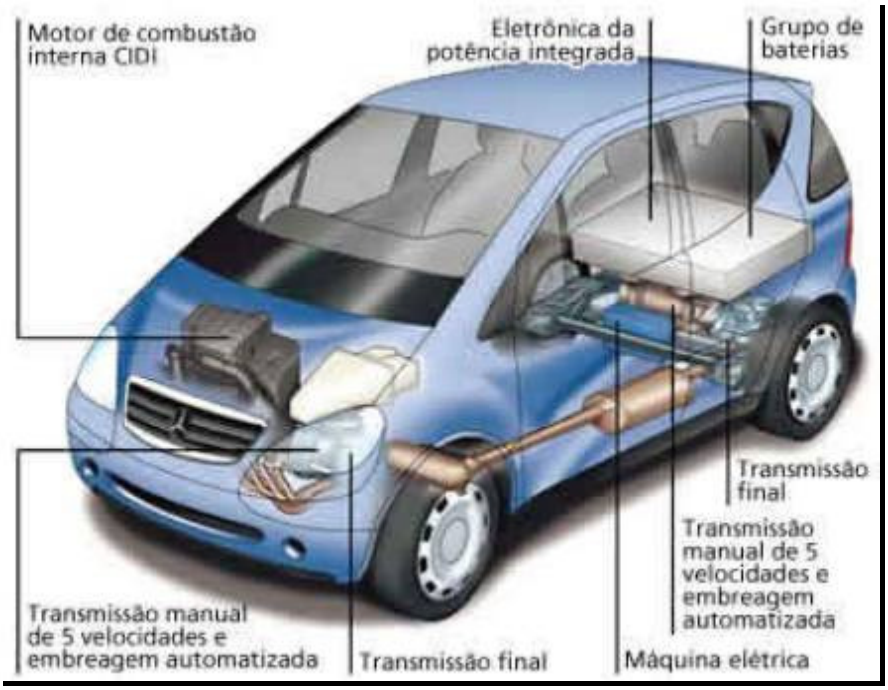


FIGURA 74 – MERCEDES-BENZ M-CLASS HYPER

Basicamente, cada componente de um veículo híbrido funciona da seguinte maneira.

O **motor a gasolina** é semelhante ao dos automóveis convencionais, mas com o tamanho menor em relação e esses outros, vantagem considerável já que se ganha espaço na carroceria. O **tanque de combustível** que armazena a gasolina tem como desvantagem o maior peso final somado ao veículo, pois a densidade de energia da gasolina é maior que a elétrica, gerada pelas baterias, ou seja, para cada 3 kg de gasolina, precisa-se de apenas 450 gramas de baterias. Analogamente ao tanque de combustível, o **motor elétrico** também é responsável por fornecer energia ao veículo, caso necessário. Existem motores elétricos mais complexos que reaproveitam a energia gerada pelos freios para recarregar a bateria. Por fim, o **gerador** e a **bateria** agem como produtor e armazenador da energia, respectivamente.

Grandes montadoras já possuem no mercado modelos que aliam alta tecnologia, beleza e conforto para os ocupantes. A tendência prevista por especialista no mercado era de um aumento de vendas mundiais, porém, números registrados no início de 2011, apresenta que houve uma queda de 32,2% no mercado de veículos nas vendas do mês de

janeiro, de acordo com a agência americana "*Car Congress*". Os modelos mais conhecidos são: Toyota Prius, o Honda Insight, o Chevrolet Volt, Ford Escape, Nissan Altima e Chrysler Aspen.

FIGURA 75 – TOYOTA PRIUS

A tecnologia dominante das baterias nos carros híbridos tem como material o composto de Íons de Lítio. Mais de um milhão de veículos no mundo que utilizam essa tecnologia foram embarcados em 2010, liderados por Toyota Prius e Chevrolet Volt. Espera-se que esse número vá crescer devido novas tecnologias de baterias com capacidades maiores de energia (Wh/kg) e de densidade de energia (kW/kg). A característica principal das atuais baterias de Íons de Lítio é que não ocorre o chamado "efeito memória", muito comum em baterias de celular e laptops, e costuma ocorrer quando a bateria é recarregada antes de ter sua carga totalmente descarregada. Logo, a bateria de íon de lítio mantém a carga cheia mesmo após uma recarga parcial. Por fim, essa bateria ainda é considerada mais segura ambientalmente do que outras tecnologias, o que a torna mais atraente para o mercado de veículos híbridos / elétricos.

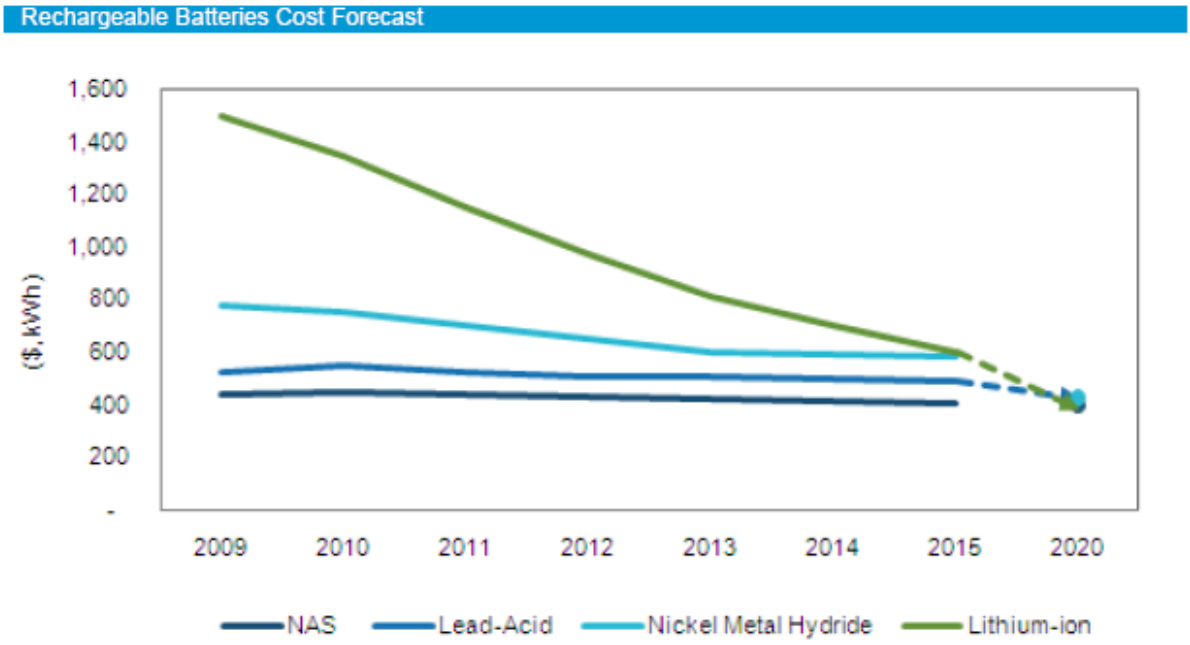


FIGURA 76 – CUSTO DAS BATERIAS RECARREGÁVEIS (US$/kWh)

FONTE: OYAMA, S. **Strong Growth to Drive Lithium-ion Battery Market to $54 Billion by 2020**. In: RECHARGEABLE BATTERIES SPECIAL REPORT [2011], [??]. Disponível em <http://www.isuppli.com/Abstract/P18802_20110804122658.pdf>. Acesso em 09 out. 2011.

Há ainda alguns importantes obstáculos a serem superados pelos fabricantes dessas novas baterias: a sensibilidade a altas temperaturas e os curtos circuitos internos. Para isso, os fabricantes têm se empenhado em melhorar o controle de geração de energia durante as descargas e a carga rápida. A questão da temperatura ainda traz preocupações desde a primeira geração de baterias de íon de lítio, mas com avanços significativos na área, que visam aumentar a faixa de temperatura suportável para as baterias.

Portanto, pode-se concluir que há duas razões para que os responsáveis pensem em desenvolver um veículo híbrido, apesar de ser uma máquina relativamente complexa: reduzir as emissões de poluentes e garantir um baixo de combustível. Nos EUA, existe inclusive uma norma federal que obriga os fabricantes a terem veículos que façam, em média, 11,7 km/l. Isto significa que, se a montadora produzir veículos híbridos que trabalham em torno de 25,5 km/l, esta está autorizada a fabricar outros três veículos que fazem 8,5 km/l. Explica-se aí o interesse das montadoras em produzir veículos desse tipo, além de não ficarem de fora de um mercado em expansão no mundo inteiro.

3. CONCLUSÃO

Este trabalho buscou atingir seus objetivos de apresentar a constante e notável evolução da eletrônica embarcada no mercado automobilístico nacional, que permitiu aos usuários dos automóveis terem um maior conforto e uma melhor segurança e eficiência.São visíveis as melhorias proporcionadas pela evolução eletrônica ao longo dos anos, em que muito se investiu para chegar aos níveis atuais de tecnologia. Muito mais do que o simples conforto aos usuários e a segurança aos demais envolvidos, talvez a grande vantagem de existirem sistemas robustos de controle é o controle da emissão dos gases dos automóveis, que permite monitorar e reduzir consideravelmente o impacto ambiental causado pela indústria automotiva.

Percebe-se a necessidade de continuar os investimentos em eletrônica aplicada à indústria automobilística para melhorar o cenário ambiental mundial.

Existem diversas opiniões dos especialistas sobre em quais áreas se devem concentrar esforços no futuro e seria complicado listá-los aqui no trabalho, mas o Anexo A reflete bem uma idéia de como serão direcionas as inovações, como a conectividade carro-a-carro e tamanhos menores dos componentes e até dos veículos.

Por fim, os fatores de decisão dos consumidores na hora da compra ainda são liderados pela confiabilidade e fidelidade à marca do fabricante, deixando em um percentual menor de respostas, a exigência por luxo e sofisticação, assim como as funcionalidades do veículo. Porém, mesmo as montadoras mais consolidadas, com forte presença nos mercados por seu grau de confiabilidade, têm investido muito dinheiro e esforços para melhorarem seus sistemas eletrônicos embarcados.

4 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

BOSCH, R. **Manual de Tecnologia Automotiva**. Tradução de Euryale de Jesus Zerbini et al. 25. Ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2005. 1232 p.

CIVITA, Victor. Editorial. **Revista Quatro Rodas**, São Paulo, outubro de 1960, p. 5.

DAL POGGETTO, G. Definição da Arquitetura Elétrica. In: _____. **Critérios para seleção da arquitetura elétrica veicular em mercados emergentes**. Ed. rev. São Paulo, 2009. 198 p.

GLASSBRENNER, D. [200?] **Estimating the lives saved by safety belts and airbags**. In: NATIONAL HIGHWAY TRAFFIC SAFETY ADMINISTRATION, [200?], Washington DC, EUA. [200?], p. 1–5. Disponível em <http://www-nrd.nhtsa.dot.gov/pdf/nrd-01/esv/esv18/CD/Files/18ESV-000500.pdf >. Acesso em 22 ago. 2011.

GUERREIRO, L. Álcool ou Gasolina? Você decide no posto! Revista Quatro Rodas, São Paulo, n. 513, p. 36-41. 2003. Disponível em <http://quatrorodas.abril.com.br/acervodigital/?edicao=1&pg=1>. Acesso em: 26 fev. 2011.

GUIMARÃES, A. de A.. **Eletrônica Embarcada Automotiva**. 1. ed. São Paulo: Érica,2007.

KORDESCH, K. & SIMADER, G.. **Fuel cells and their applications**. VCH Publishers. EUA. 1996.

MILLER, J. F. U.S. **Hydrogen Fuel Initiative**. Maastricht, HOL, 2005. Disponível em <http://www.intech.unu.edu/events/workshops/hfc05/miller_ppt.pdf>. Acesso em 27 abr. 2011.

MYERS, B. A; BURNS, J. H.; RATELL, J. M. Embedded Electronics in Electro-Mechanical Systems for Automotive Applications. In: SAE WORLD CONGRESS, 2001-01-0691, 2001, Detroit. **Embedded Electronics in Electro-Mechanical Systems for Automotive Applications**. Detroit: SAE Technical Paper Series, 2001. p. 9.

REVISTA QUATRO RODAS. São Paulo; Editora Abril, ago. 1960 – jul. 2011.

SANGIOVANNI-VICENTELLI, A. **New Vistas on Automotive Embedded Systems**. In: CHESS REVIEW, 2006, Alexandria - EUA. Disponível em <http://chess.eecs.berkeley.edu/pubs/153/1530AutomotiveElectronics-ASV.pdf>. Acesso em 23 ago. 2011.

SEMINÁRIO CARRO DO FUTURO, 2011, São Paulo. **Como será o consumidor?** São Paulo: Auto Data – *Roland Berger Strategy Consultants*. 2011.

SILVA, W. M. da; PAULA, P. P. de. 12V/14V to 36V/42V Automotive System Supply Voltage Change and the New Tecnhologies. In: CONGRESSO SAE BRASIL, São Paulo. 2002. 10 p.

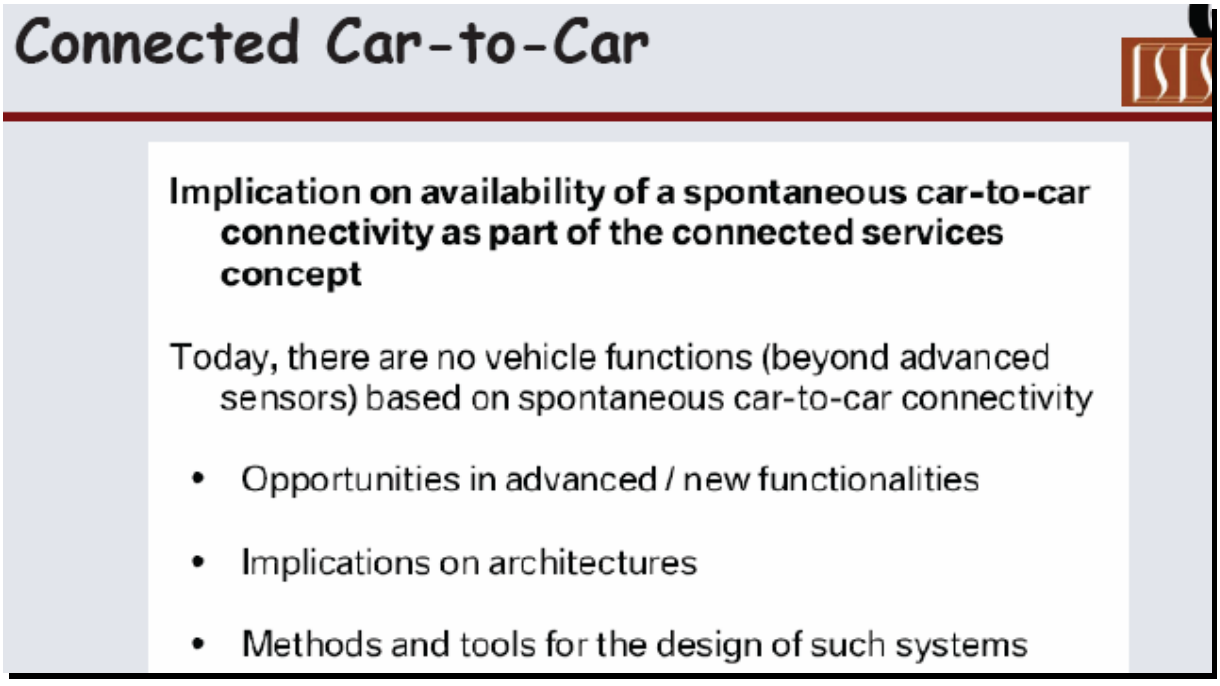
SOARES, V. R. G. **Treinamento em Manutenção de Ar Condicionado Automotivo**. São José, SC: SENAI, 2009. Apostila do Curso de Ar Condicionado Automotivo.

OYAMA, S. **Strong Growth to Drive Lithium-ion Battery Market to $54 Billion by 2020**. In: RECHARGEABLE BATTERIES SPECIAL REPORT [2011], [??]. Disponível em <http://www.isuppli.com/Abstract/P18802_20110804122658.pdf>. Acesso em 09 out. 2011.

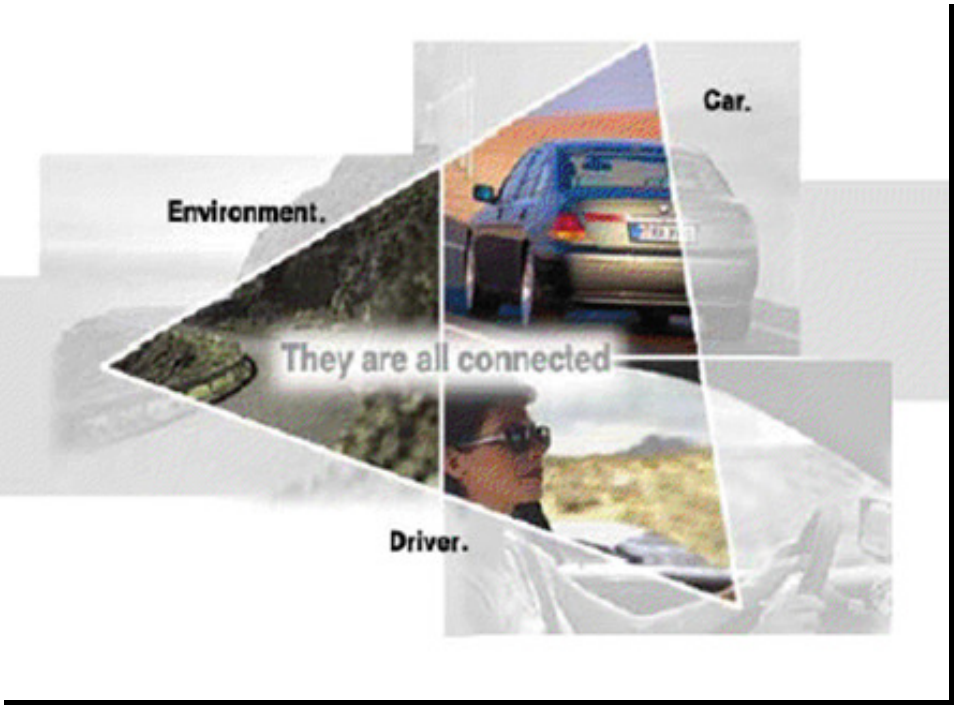
ANEXO A – CONCEITOS DE TECNOLOGIAS FUTURAS

Uso da eletrônica no auxílio ao condutor.

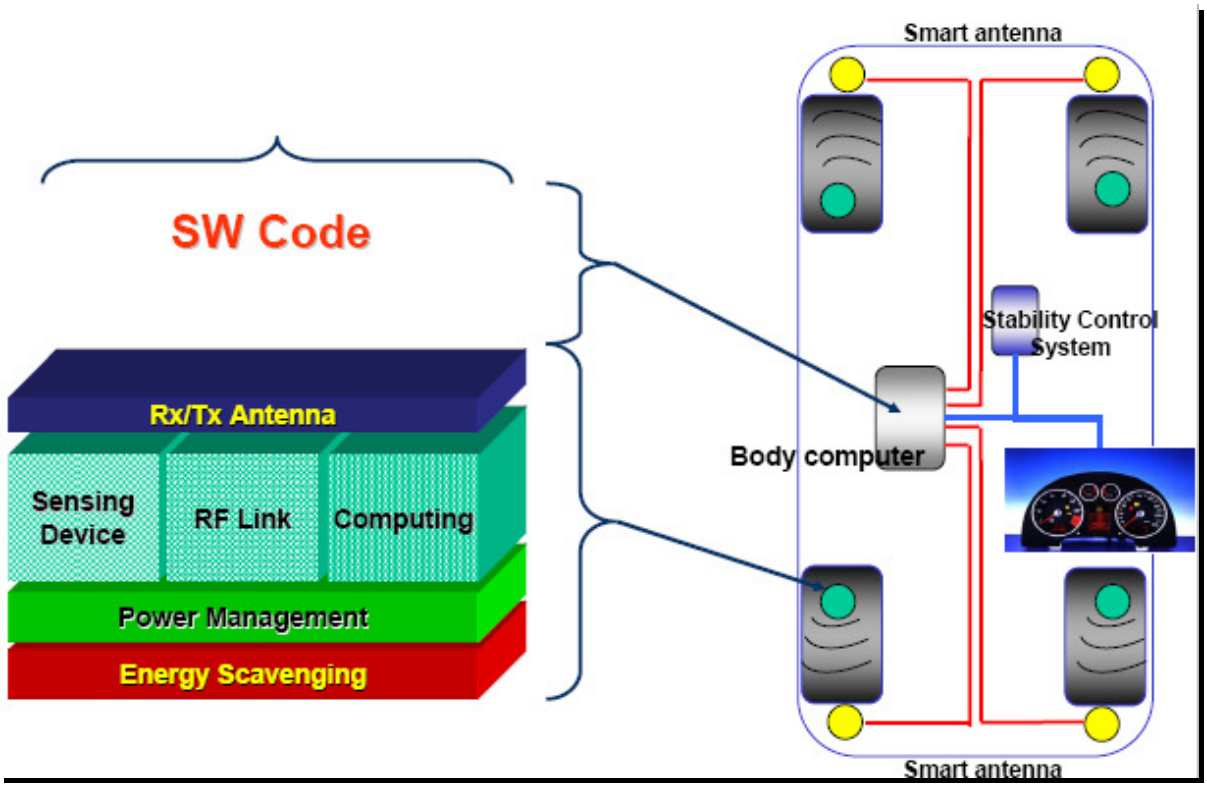
Conectividade carro-a-carro



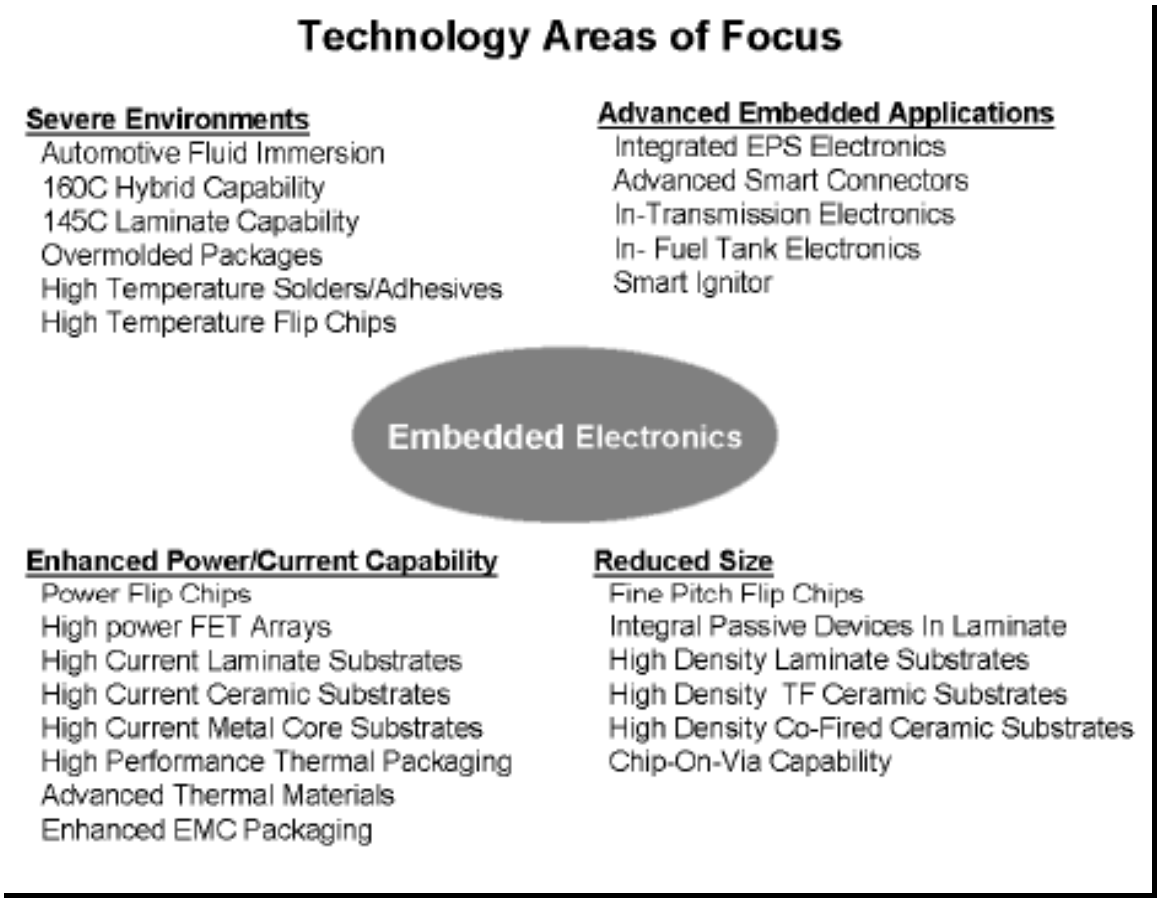
O veículo conectado com todo o ambiente à sua volta.



Sistema Tyre to Vehicle



Tecnologias que necessitarão de desenvolvimento para aumentar a aplicação da eletrônica embarcada.



ANEXO B – SISTEMAS X-BY-WIRE

Tendências e tecnologias futuras dos sistemas *X-by-wire*.

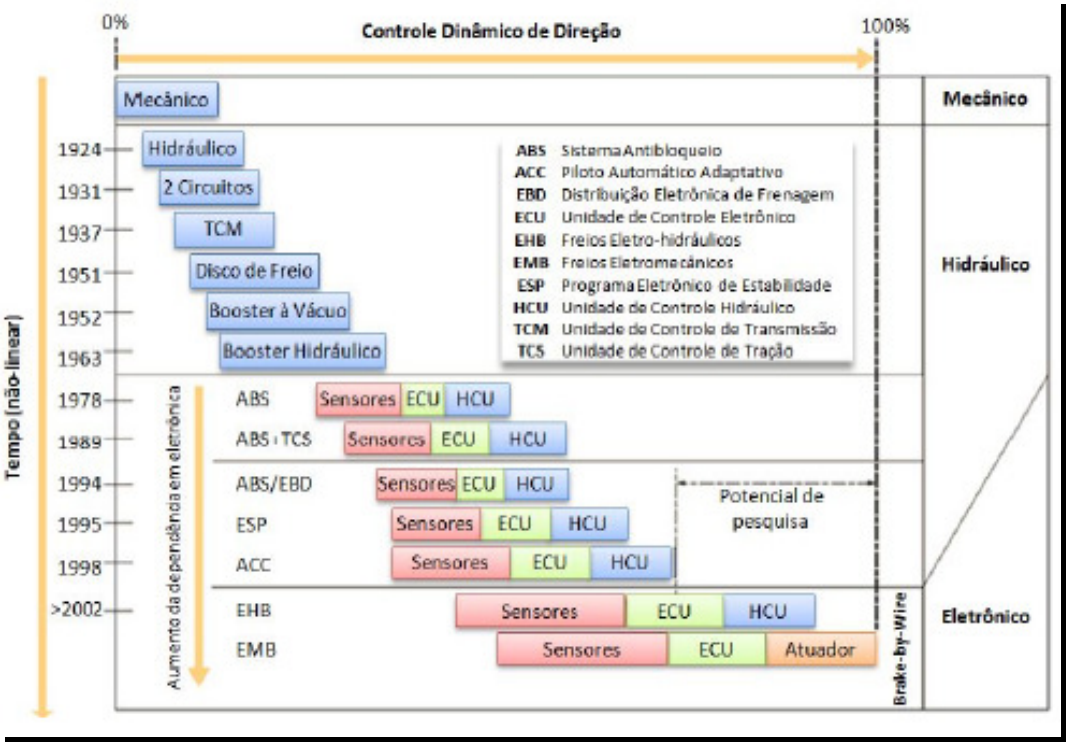


FIGURA 77 – SISTEMA DE CONTROLE DINÂMICO X-BY-WIRE

FONTE: DAL POGGETTO, G. **Critérios para seleção da arquitetura elétrica veicular em mercados emergentes**. São Paulo, 2009, p. 37.

ANEXO C – TENDÊNCIAS DE USO FUTURAS

FIGURA 78 – CAR SHARING

FONTE: SEMINÁRIO CARRO DO FUTURO, 2011, São Paulo. **Como será o consumidor?** São Paulo: Auto Data. 2011.